



NPR01F385

విజ్ఞానం
వికాసాలు

కె.వి.
రామన్



651

7

వి. సా. 3

C.S.D

50-653

13

NPROIF

385

విజ్ఞానం విశేషాలు

సి. వి. రామన్

అనువాదం :

వి. సా. అ. పా. రా. పు

నేషనల్ బుక్ ట్రస్టు, ఇండియా వారి తరఫున ప్రచురితము

విశాలాంధ్ర పబ్లిషింగ్ హౌస్

చంద్రంబిల్డింగ్స్, విజయవాడ-520004



ప్రచురణ సంఖ్య : 999

ప్రతుల సంఖ్య : 10,000

ప్రథమ ముద్రణ : డిశంబరు, 1964

ద్వితీయ ముద్రణ : జూన్, 1972

తృతీయ ముద్రణ : జూలై, 1976

చతుర్థ ముద్రణ : అప్రైల్, 1981

*By kind permission of the author and All India Radio
and under the auspices of National Book Trust, India,
New Delhi.*

వెల : రు. 6-00

Published on behalf of National Book Trust, India, New Delhi

BY

Visalaandhra Vignana Samithi, Vijayawada-520 004

AND

Printed at Swatantra Art Printers, Vijayawada-520 004

విషయ సూచిక

1. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం	....	9
2. భౌతికశాస్త్ర విశేషాలు	....	14
3. నత్త గుల్లలు	....	18
4. ప్రకృతిలో రూపురేఖలు	....	23
5. ప్రకృతిలో డెయితురు, రంగులు	....	28
6. కాంతి - రంగు - వాటి విచిత్రాలు	....	32
7. కాంతి - రంగు - శాస్త్రము - పరిశ్రమ	....	38
8. వల్లెటి పట్టులు - భౌతిక విజ్ఞానం - మున్ను	....	44
9. వల్లెటి పట్టులు - భౌతిక విజ్ఞానము - నీరు	....	50
10. వల్లెటి పట్టు - భౌతిక విజ్ఞానము - వాతావరణ స్థితి	....	56
11. గాజు అద్భుత గాథ	....	62
12. వాతావరణంలో విద్యుచ్ఛక్తి	....	67
13. నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు - స్పటిక నిర్మాణం	....	73
14. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం - మన స్థితి	....	78
15. నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు - విశ్వ కిరణములు	....	84
16. నక్షత్ర జగత్తు	....	90
17. నక్షత్ర జగత్తు	....	97
18. భవిష్యత్తులో భౌతిక విజ్ఞానం	....	103
19. శాస్త్ర దృష్టి	....	107

4

ఉ పో ద్ధా త ము

భారతదేశ చరిత్రలో గవర్నర్ జనరల్ పదవిని అలంకరించిన తొలి భారతీయుడు దక్షిణాత్య బ్రాహ్మణుడు. ఈయనే కాదు, మదరాసు ఇంటర్మీడియేట్ పరీక్షలలో ప్రథమ ప్రయత్నంలో కృతార్థత పొందలేక పోయినను, ఏ విశ్వవిద్యాలయములోనూ పట్టము పుచ్చుకొనుటకు పూర్వమే లండన్‌లోని రాయల్ సొసైటీ సభ్యుడుగా ఎన్నుకొనబడిన మొదటి భారతీయుడు. గణిత శాస్త్రమునం దఖండ ప్రతిభాశాలి రామానుజముకూడా దక్షిణాత్య బ్రాహ్మణుడే. అట్టివాడే ఆచార్య చంద్రశేఖర వెంకటరామన్ కూడ. భౌతిక విజ్ఞానమందు నోబెల్ బహుమానమును పొందిన మొదటి భారతీయుడు, మొదటి ఆసియాఖండ వాసియు నీతడే. మహాకవి తాకూర్ 1913 లోను, వైజ్ఞానికుడు రామన్ 1930 లోను 'సూయజ్ కు తూర్పున' నున్న భూభాగమునకు నోబెల్ బహుమానమును తెచ్చియున్నారు. సాహిత్య విషయమున ముఖ్యముగా గీతాంజలికర్తగా తాకూరున్నా, "రామన్ ఇఫెక్ట్" అను ప్రపంచ విఖ్యాతమైన నూతన శాస్త్ర విషయమును కనుగొన్నందుకు రామన్ నున్నా ఈ బహుమానమును పొందిరి. కలకాలమును ప్రశంసాపాత్రములుగా నిలువగల పద్య రచనలవల్లను, నూతన భావములను, తత్వములను వెల్లడించుటవల్లను, భారతావని యొక్క ఆత్మ స్వరూపమును ప్రదర్శించినందువల్లను, మీదు మిక్కిలి సాహిత్య రచనల కెంత మాత్రము తీసిపోని కళాసృష్టి గావించుటవల్లను. శాశ్వత ప్రపంచ శాంతిని కాంక్షించి లోక విఖ్యాతిని బడసి నవ్య భారతావనియందు వెలసిన ఋషి తల్మిడు మహాకవి తాకూరు. భారతదేశం గురించి ఏ కొంచెమైనను తెలిసిన వారికి ఇచ్చట తాకూర్, గాంధీజీల పంటి మహాపురుషు లవతరణము ఆశ్చర్య జనకమై యుండదు. అయితే భారతదేశమందొక గొప్ప భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రవేత్త ఉద్భవించగలడని భావించిన వారి సంఖ్య మాత్రము అతి స్వల్పమే. శాస్త్రజ్ఞుల కందరికిని, అందుననూ భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులకే గాక, రసాయన శాస్త్రజ్ఞులను సైతము ఎంతయో ప్రయోజనకారియై అత్యంత ఆసక్తికరమైనది ఈ 'రామన్ ఇఫెక్ట్'. 1928 లో తొలిసారిగా వెల్లడి

అయిన పదేండ్లకే. అనగా 1938 నాటికే 'రామన్ ఇఫెక్ట్' ప్రభావాన్ని గురించిన పరిశోధనా పత్రములు వేయింటికి పైన ప్రచురించబడినవి. పిమ్మట 1948 లో ప్రాన్సు దేశమందలి బోర్డోలో జరిగిన ప్రపంచ మహాసభలో 'రామన్ ఇఫెక్ట్' యొక్క ఇరువదవ జయంత్యుత్సవములు జరిగినవి. నేడు పరారుణ వర్ణములు (Infrared Rayes) ఎక్స్ కిరణములు, ఎలెక్ట్రాన్ దై ఫ్రెక్వెన్స్ మొదలగు వానివలెనే ఈ రామన్ ఇఫెక్ట్ కూడ వివిధ ద్రవ్యములలోని అణువుల రచనా రహస్యమును తెలుసుకొనుటకు మిక్కిలి తోడ్పడినది. స్పటికములను గురించి, అందునా ముఖ్యముగా స్పటిక రాజమైన వజ్రమును గురించి, బెంగుళూరులో తానూ, తన సహచరులూ సాగించిన పరిశోధనల ఫలితములపై యేన్నో వైజ్ఞానిక పత్రములను శ్రీ రామన్ ప్రచురించి యున్నారు.

శ్రీ రామన్ విద్యాధి దశ మిక్కిలి ప్రతిభావంతమైనది. పదార్థ విజ్ఞాన శాస్త్రం అభిమాన విషయముగా గ్రహించి చిన్నవయస్సుననే ఎమ్. ఏ. పరీక్షలో మొదటి తరగతిలో ఉత్తీర్ణుడై, వెనువెంటనే ఇండియన్ ఫైనాన్స్ సర్వీసులో ఉన్నతోద్యోగమును స్వీకరించెను. అయితే కలకత్తా విశ్వవిద్యాలయ మందు భౌతిక విజ్ఞాన శాఖలో "పాలిట్" ఆచార్య పదవిని స్వీకరించుటకై ఆయన దానిని ఇట్టే వదలివేసెను. ఆ పైన రాయల్ సొసైటీ సభ్యత్వము నోబెల్ బహుమానము, హగెన్ పతకము, అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములలో, వైజ్ఞానికులకు లభించగల అత్యుత్తమ పురస్కారములలో అగ్రగణ్యమైన ప్రాంక్లిన్ పతకము వగైరా బహుమాన పరంపర రామన్ కు లభించినది.

రామన్ ప్రజ్ఞాధికుడగు పరిశోధకుడును, ఆరితేరిన ఆచార్యుడునే కాక వశ్య వాక్కుగల గొప్ప వక్తకూడ. భారతీయ శాస్త్రజ్ఞులలో ఆయన అద్వితీయుడు. 1947 లో ఢిల్లీలో జరిగిన ఇండియన్ సైన్స్ కాంగ్రెస్ సమావేశములో స్పటికములపై జరుగుచున్న పరిశోధనలను పరిచయ పరచుచు ఇచ్చిన వహా పన్యాసమువిజ్ఞాన విశేషములతో కూడిన ఒక అపూర్వ శిల్ప కళాఖండమే.

మదరాసులో ఆలిండియా రేడియో వారి యాజమాన్యాన ఆచార్య రామన్ చే ప్రసారము చేయబడిన ప్రసంగముల సంపుటి ఇది. రేడియో నిబంధనల ననుసరించి వ్రాసుకొనివచ్చి చదివిన ఈ ప్రసంగ పరంపరలో సహజ ప్రతిభా ప్రసూతమైన ఆయన ఆశుకవితా ధోరణికి ఎక్కువ అవకాశము లేకపోయినది. ఆయన నేమి! అందువల్లనే ఇవి విపుల పరిశోధనా ఫలితమైన అమూల్య విజ్ఞాన

ఖను లగుచున్నవి. సామాన్యులకు సైతము సులభముగా బోధపడునట్లు, విజ్ఞాన విషయముల సందర్భేయవలయు నను భావము వివిధ దేశములలో జిజ్ఞాసువులై విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞులలో రాను రాను ప్రబలుచున్నది. ఇంగ్లాండులో ఫారదే, హక్స్లే, సర్ విలియమ్ బ్రాగ్ మొదలైనవారు ఇది వరకే ఈ విషయములో మార్గదర్శకం కాగల గొప్ప కృషిని సాగించి యున్నారు. అమెరికా సంయుక్త రాష్ట్రములలో కూడి ఇట్టి సుబోధకమగు శాస్త్ర సాహిత్యము ఎంతో వెలసియున్నది. మన దేశం నందు సైతము ఇట్టి నూతన విజ్ఞాన సాహిత్య రచనా కృషికి రామన్ ప్రసంగ పరంపరయే నాందియని చెప్పనొప్పును.

భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర మభ్యసించు విద్యార్థులకును, అవ్యాసకులకు మాత్రమే కాక శాస్త్ర జిజ్ఞాసువు లందరికి కూడా ఈ ప్రసంగములు అవశ్యము పఠనయోగ్యములు. ఇది వివిధ విషయములు ఏర్చి కూర్చిన సంపుటి. ప్రస్తుతః దురవగాహము లేని వైజ్ఞానిక విషయము లెన్నింటినో సుబోధకముగా వివరించుటకు సర్ సి. వి. రామన్ గారికి ఉట్టివి అనేక అవకాశములు ముమ్మందు ఇనుమిక్కిలిగా లభించునుగాక.

బొంబాయి
జూన్, 1948

కాంతిలాల్ సి. పాండ్య

8

1. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానము

ఈ రాత్రి నా యీ ప్రసంగాన్ని వినే శ్రోతలలో బల్లందు దేశమైతే నా ఉంటే "అయ్యా నవ్య భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రం అవతరించి ఎన్నోకృషియింది!" అని అడగవచ్చు. వారికి నా జవాబు : "ఇది పుట్టి అప్పుడే నలభై మూడేకృషియింది. నాటినుండి నేటివరకు సర్వతోముఖంగా వర్ధిల్లుతూనే ఉంది" అని. పుట్టిపుట్టగానే ఈ విద్య వాణి ప్రపంచమంతా వినిపించింది. రాష్ట్రం అనే జర్మనీ దేశపు భౌతిక విజ్ఞాని అద్భుత గుణములు కల ఒక నూతన కిరణ ప్రసారాన్ని కను గొనినాడన్న సంగతి ప్రచురించబడగానే ప్రపంచమంతటా ఒక పెద్ద సంచలనం కలిగింది. వీటినే మనం ఈనాడు రాష్ట్రం కిరణములు లేక ఎక్స్ కిరణములు అంటున్నాము. ప్రయోగశీత్యా కనిపెట్టిన ఈ విషయము ఎన్నెన్నో మహత్తర పరిణామములకు మూలమయినది. దైర్యముతోను, ఓపికతోను పరిశోధనలను చేసినచో పందొమ్మిదవ శతాబ్దపు భౌతిక విజ్ఞానులు కలలోనైనా భావించి ఎరుగని ప్రకృతి రహస్యాలను వీని మూలంగా తప్పక కనిపెట్టగలమనే ధృఢ విశ్వాసాన్ని నాటి శాస్త్రజ్ఞులకు కలిగించింది. నిజానికి రాష్ట్రం కిరణాల అవిష్కారమే నవ్య భౌతిక విజ్ఞానానికి నాంది. నాటినుండి నవ్యోత్పాదముతో సూత్ర విమూలనం పరిశోధనలు ఎన్నో జరిగాయి. ఇంకా జరుగుతున్నాయి. ఫలితముగా ప్రయోజనము లోను, ప్రాముఖ్యములోను రాష్ట్రం అద్భుత పరిశోధనలను సైతము మించిన విశేషము లెన్నియో తెలికాయి. గడచిన ఏభయి సంవత్సరాలలోను నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం మహా ప్రవాహ సవ్యకంగా పురోగమిస్తోంది. పర్యవసానంగా అనేక కొత్త విషయాలను వెల్లడించు కనుగొంటూ ఉండడం, ఈనాటి వారికి పరిపాటి యిపోయింది. అందువల్ల దానిని కనిపెట్టినవారికి తప్ప ఇతరు లెవ్వరికినీ — ముఖ్యంగా విజ్ఞానులకు ఆ సంగతి పూర్వంలోవలె వింతగానూ, విడ్డూరంగానూ కనిపించడంలేదు. అయితే ఈనాడు నవ్యభౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర నిర్మాతలైనవారి

పేర్లు, వారి పరిశోధనల ఫలితాలు భౌతికశాస్త్ర విద్యార్థులందరికీ పరిచయమే. వీరందరూ తమ తమ దేశపులని ఆయా దేశాలవారు సగర్వంగా చెప్పుకుంటూ ఉంటారు. కాని నిజానికి వారు ఏ ఒక్క దేశానికి చెందినవారు కారు. వారు విశ్వ పౌరులు. అందునా అంతర్జాతీయ వైజ్ఞానిక వ్యవస్థకు చెందినవారు. అయితే వారందరిని గురించి కాక తమ అమోఘ పరిశోధనలచే మార్గదర్శకులైన ఇరువురు మహనీయులను గురించి చూత్రమే పేర్కొనదలచాను. కీర్తిశేషులైన లార్డు రూథర్ ఫర్డ్, మదామ్ క్యూరీ వంటి వైజ్ఞానిక శ్రేష్టులతో కలిగిన వ్యక్తిగత పరిచయ స్మృతలే నా వంటి వైజ్ఞానికులకు నిత్యోత్తేజకములైన అమూల్య నిక్షేపము. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రం యొక్క అభివృద్ధికి వారు చేసిన దోహదం మిక్కిలి ప్రశంసనీయమైనది. సమకాలీన వైజ్ఞానికులపై వైజ్ఞానిక కృషిపై వారి ప్రభావం ఇంతంతని చెప్పజాలనంతటిది.

కేవలం ప్రయోగశాలలో జరిపిన పరిశోధనాఫలితములమీదనే నవ్య భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర నిర్మాణం ఆధారపడినదన్న భావాన్ని కలిగించడం నా అభిమతం కాదు. వాస్తవ పరిస్థితి ఇండుకు కేవలం భిన్నమైంది. నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం యీనాడు ఇంతగా వర్ధిల్లిందంటే అందుకు కారణం ప్రతిభావంతులూ, ప్రకృతి తత్వ జ్ఞాతలూ అయిన శాస్త్రజ్ఞులు దూరదృష్టితో ప్రతిపాదించిన నవీన సిద్ధాంతములే. అవే నవ్యభౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రపు అద్భుత పురోగతికి ప్రాతిపదికలు. ఐన్ స్టయిన్ ను గురించి నవ్యభౌతిక విజ్ఞానానికి ప్రధాన ప్రాతిపదికగా ఆయన వివరించిన సాపేక్ష వాదాన్ని గురించి వినని వారుండరు. అయితే ఆచార్య నీల్స్ బోర్ ను గురించి చాలా మందికి తెలియకపోవచ్చు. ఆయన డెన్మార్క్ దేశస్థుడు. కోపెన్ హేగెన్ లో ఉండేవాడు. (ఈయన రూప చిత్రాన్ని మా మేడర్ మెట్లకు ? న లార్డు రూథర్ ఫర్డ్ చిత్రానికి ఎదురుగా తగిలించాము.) ఈ డెన్మార్క్ ఐరోపా ఖండంలోని దేశాలన్నింటిలోకి చిన్నది. నేటి నవ్యభౌతిక విజ్ఞానాలందరిలోకి ఈయనే అగ్ర గణ్యుడని అస్మదాదుల అభిప్రాయం. పరమాణువుల నిర్మాణమును గురించి ఆయన ప్రతిపాదించిన సిద్ధాంతాలు అనేకమంది పరిశోధకులను ఉత్తేజపరచి, ప్రయోగాత్మకమైన పరిశోధనలు సాగించడానికి ప్రేరేపించాయి. నిజానికి మానవ మేధస్సు సాధించగల ఘన విజయాలకు తిరుగులేని నిదర్శనాలు. పరమాణు విచ్ఛేదనంవల్ల తత్వాంతరీకరణంవల్ల వెల్లడైన వైజ్ఞానిక విశేషాలతోబాటు, నేటికీ అపరిష్కృతాలుగా ఉన్న గడ్డు సమస్యలకు ప్రయోగాత్మకమైన పరిష్కార

మార్గాలను సూచించ నమర్చుకొన మేధావి ఈయన. ఇంతకీ నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం సాధించిన దేమిటి? ఇది తెలుసుకోవాలంటే అర్థ శతాబ్దం క్రిందట నాడు నే చదివు కున్న మదరాసులో కళాశాలలో బోధించిన భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రాన్ని. నేడు బోధించబడుతున్న భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్ర విశేషాలను పోల్చి చూడడం అవసరం. వేడి, వెలుతురు, ధ్వని, విద్యుదయస్కాంత శక్తులు వగైరా ద్రవ్య లక్షణాలను గురించి నాటి భౌతిక శాస్త్రం ఎంతో విపులంగా వివరించింది. అయితే అణువు లను గురించి, పరిమాణువులను గురించి, వాటి రచనా రహస్యాలను గురించి, వివరించడంలో ఏ కించిన్మాత్రంగానో తప్ప పూర్తిగా విఫలమైందనే చెప్పవలసి ఉంది. నాటి భౌతిక విజ్ఞానపు ప్రాతిపదికలు, అవలులు బహు పరిమితమైనవి కావడమే దీనికి కారణం. ఏ రూపంలో వున్నా ద్రవ్యమంతా అణువులు. పరమాణువుల చూపువల్ల నే ఏర్పడినదనిచెప్పి, వాటి స్వరూప స్వభావములను వివరించే సిద్ధాంతములను కనుగొనిన తరువాతనే అసలు ప్రాతిపదికలు ఏర్పడ్డాయి. ఆ మీదనే ద్రవ్యం యొక్క భౌతిక లక్షణాలను గురించి ప్రయోగాత్మకంగా విపుల పరిశీలనలకు వీలు కలిగింది. ఈ ప్రకారంగా పూర్వ భౌతిక విజ్ఞానం వివిధ శాఖలలో గణనీయమయిన అభివృద్ధి సాధించబడింది. పైగా ప్రాచీన భౌతిక విజ్ఞానములు అదివరకు ఎన్నడూ ఊహించి యుండని నూతన, విశిష్ట లక్షణములతో కూడిన ఒక నవ ప్రపంచం నవ్య భౌతిక విజ్ఞానములకు లభించింది.

ఇంతటితో తృప్తి పొందక ఈ నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం రసాయన శాస్త్ర రంగంలో ప్రవేశించి అణు రచనల ద్వారా పరమాణు ప్రక్రియకు క్రొత్త భాష్యం చెప్పింది. అయితే ఈ పని కేవలం అనవసరమని భావించడానికి లేదు. రసాయనిక సమ్మేళనం జరిగినప్పుడు అందుకు కావలసిన, లేదా ఆ సందర్భంలో విడుదల అయ్యే శక్తి పరిమాణం సందర్భాను సారంగా మారుతూ వుంటుందన్నది ఒక ముఖ్యమైన రసాయనిక శాస్త్ర విశేషం. కాని రసాయనిక మార్పుల నిజతత్వమును భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్ర సిద్ధాంతమువల్ల మాత్రమే తెలుసుకో గలుగుతాము. ఇదే రసాయనిక భౌతిక విజ్ఞానం రూపొందింది. ఈ నూతన విజ్ఞానము అమోఘంగా, ఊహితంగా అభివృద్ధి చెందింది. నిజానికి అచిర కాలం లోనే పశుత్వ రసాయన సిద్ధాంత విజ్ఞానం కూడా గణిత శాస్త్రంలో ఒక అంతర్భాగంగా పరిగణింప బడగలదని ఆశించవచ్చు.

అప్పుకమైన ఈ విషయ పరమరస ఆనందమే. ఇందుకు కారణం అణు భౌతిక విజ్ఞాన రంగంలో న్యూటన్ చలన సిద్ధాంతములను వదలి వానిస్థానే పరమాణు చలనానికి సంబంధించిన కొత్త సూత్రాలను చేపట్టటమే. సవ్యభౌతిక విజ్ఞానానికి సంబంధించిన వివిధ సిద్ధాంతాలను గురించి విపులంగా వివరించాలంటే చాలా చెప్పాలి. కనుక భౌతిక లక్షణాలకు సంబంధించినంత వరకు వెనుకటి దృక్పథాన్ని, తత్సంబంధమైన వివరణలనూ ఇవి పూర్తిగా తారుమారు చేశాయని చెబితే ప్రస్తుతానికి చాలు. ఈ నూతన సిద్ధాంతాలకు పూర్తిగా అవగాహన చేసుకొనడానికి తగిన అవకాశం ఈనాటి వారికింకా లభించలేదు. ఐతే విభిన్నములైన వివిధ సమస్యలను జయప్రవంగా పరిష్కరించ గలగడంలో సవ్య భౌతిక విజ్ఞాన వికాసం సార్థకమైంది. భవి తరాల వారికి ఇట్టి నూతన వైజ్ఞానిక దృక్పథం పూర్తిగా పరిపాటి కాగలదు. కృతకములైన తత్వాంతరీకరణ పద్ధతుల ద్వారా మూల ద్రవ్యాలను కొత్త కొత్త రసాయనిక మూల ద్రవ్యాలుగా మార్చగల గడం సవ్య భౌతిక విజ్ఞానం సాధించిన మర విజయాలలో ఒకటి. దానిని గురించి ఇక్కడ స్థూలంగా నయినా ప్రస్తావించవలసి వుంది. లార్డ్ లూథర్ ఫర్డ్ రచనలలో చిట్టచివరది "న్యూయర్ ఆఫ్ కెమీ" అనే చిన్న గ్రంథం. అందులో ఈ సవ్యాతి సవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలన్నిటినీ సులభ సుందరంగా ప్రస్తావించాడు. అందులో వివరించబడిన ఈ వైజ్ఞానిక పురోగతి అంతా కేవలం మానవచ్ఛికంగా లభించింది కాదు. సవ్య భౌతిక విజ్ఞానానికి ప్రచార ప్రాతిపదిక అయిన అణు రచనకు సంబంధించిన విపుల పరిశోధనల వల్లనే మరకు లభించింది. నిజానికి మూల ద్రవ్యాల రసాయనిక దర్శాలను స్వల్పమైనవీ సాంద్రమైనవీ అయిన వాటి వాటి పరమాణు కేంద్రకములను బట్టి నిర్ణయించవచ్చు. విద్యుద్వేగంతో ముందుకు దూసుకుపోయే పరమాణు శకలాలతో ఒక మూల ద్రవ్యపు పరమాణు పులను భేదించుట వలననే పరమాణు పరివర్తనము ప్రవర్తిస్తుంది. ఈ ప్రకారంగా సృష్టించబడిన మూల ద్రవ్యాలలో అనేకం రేడియో ధార్మిక శక్తి స్థావితమై ఉంటున్నాయి. అనగా అవి విద్యుత్కర్మశాలకు విడిచిపెడుతూ తమంతట తామే నూతన మూల ద్రవ్యాలుగా తత్వాంతరీకరణ చెందుతూ ఉంటాయి. సహజ సిద్ధమైన రేడియో ధార్మిక శక్తి కల యితర మూల ద్రవ్యాలలో కూడా ఇలాగే జరుగుతూ వుంటుంది. ఈ కొత్త పద్ధతిలో రసాయనిక మూల ద్రవ్యాల సంశ్లేషణ

కృషిలో ఉపయోగం కాగల వేగవంతమయిన పరమాణు శక్తులను మహా శక్తి వంతములైన విద్యుద్యంత్రాలు రూపొందించారు.

ఇవి కొన్ని ప్రత్యేక ఉపాయాలద్వారా పరమాణుగర్భ విదళనానికి వినియోగపడే పరమాణుశక్తుల ప్రయాణ వేగాన్ని అనేకకోట్ల వోల్టుల తుల్య వేగానికి వృద్ధి చేస్తాయి. ఫారిస్ నగరంలో జరిగిన అంతర్జాతీయ వైజ్ఞానిక మహాసభకు వెళ్ళినపుడూ, ఆ తరువాత దేశాంతర పర్యటనలోను ఈ మహత్తర విద్యుద్యంత్రములు పనిచేస్తుండగా చూచే భాగ్యం నాకు కలిగింది. ప్రజ్ఞాపి కమూ, సవ్యమూ అయిన ఓటి నిర్మాణం, వినియోగం అన్నీ కూడా నవీన భౌతిక విజ్ఞానపు లక్ష్య లక్షణాలకు ప్రతిబింబములని చెప్పవలసి ఉంది.

సవ్య భౌతిక విజ్ఞానం వలన మనకు ఎంతో జ్ఞానలాభం కలిగింది. మంచి కైనా చెడ్డకైనా ఈ క్రాంతి పరిజ్ఞానం వలన ప్రకృతి శక్తులు మరింతగా మన వశపర్చులయ్యాయి. ఈ మధ్య కాలంలో మానవ జీవితంమీదనూ, కార్యకలాపాలమీదనూ, సవ్యభౌతికవిజ్ఞానపు ప్రాబల్యం ప్రభావం శతవిధాల ప్రసరించాయి. అయితే విజ్ఞానపు పరమ ప్రయోజనం విజ్ఞానాభివృద్ధినని భావించేవారే శాస్త్ర వేత్తలలో అగ్రగణ్యులుగా ఎల్లప్పుడూ పరిగణింప బడుతున్నారన్న విషయాన్ని మనం మరచిపోకూడదు.



2. భౌతికశాస్త్ర విశేషాలు

ప్రకృతియొక్క స్వరూప స్వభావాలను, దాని పోకడలను గుర్తించి తెలుసుకోవడమే విజ్ఞాన శాస్త్రాభ్యాసం యొక్క, విజ్ఞాన శాస్త్ర పరిశోధనల యొక్క పరమ ప్రయోజనం. భౌతిక విశ్వ నిర్మాణంలో వినియోగమైన మూల ద్రవ్యాల రీచనా రహస్యాలను వాటి స్రవర్తనకు పరిణామానికి సంబంధించిన ప్రధాన సూత్రాలను కనిపెట్టు బాధ్యత శాస్త్రజ్ఞులది. ఇందుకై అనేక సంవత్సరాలుగా అంతులేని అన్వేషణ అవిచ్ఛిన్నంగా సాగుతూనే ఉంది. అయితే ఇంతవరకు గమ్యం దరిదాపులకు చేరుకోలేక పోయినా అపారమైన జ్ఞాన లాభం మాత్రం కలిగింది. ఈ జ్ఞాననిధి లోభివాని సంపాదనవలె ఒక్కచోటనే పేరుకు పోకుండా కావాలన్న వారందరికీ స్వేచ్ఛగా లభిస్తోంది. భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు కనిపెట్టిన విషయాలు, అవిష్కరించిన వైజ్ఞానిక సత్యాలు నిర్మాణ కుటుంబాలైన ఇంజనీర్లకూ, రసాయనిక శాస్త్రజ్ఞులకూ, జీవశాస్త్రజ్ఞులకూ, అమోఘంగా తోడ్పడడమే కాకుండా లాలక్రమేణా ప్రపంచ క్షేమానికి సరిసంపదల అభివృద్ధికి ఎంతగానో ఉపకరించుతాయి.

ప్రకృతి స్వరూప స్వభావాలను, దాని లోతుపాతులను పూర్తిగా తెలుసుకోవడమే భౌతిక విజ్ఞానాల పరమ లక్ష్యం. ఈ లక్ష్యసాధనలో వారికృషి నిత్య వ్యవహారాలకు అతీతంగా ఉండే అనేక విషయాలకు సంబంధించి ఉండవచ్చు. నిజానికి దానిసంగతి సామాన్యులకు పట్టదు. దీనికి నివర్తనంగా విశ్వకిరణ పరిశోధనను గురించి పేర్కొనవచ్చు. సుప్రసిద్ధ భౌతిక విజ్ఞాను లెండన్ ఇందుకు సంబంధించిన పరిశోధనలను సాగిస్తున్నారు. ఇట్టి పరిశోధకులలో అగ్రగణ్యుడు ఆచార్య ఆర్. ఎ. మిల్లికన్. ఈయన భారత దేశంలో విశ్వకిరణ ప్రసార ప్రభావాన్ని, వాటి పుట్టుపూర్వోత్తరాలను గురించి తెలుసుకోవాలనే ఆకాంక్షతో మన దేశానికి వచ్చారు. ఇవి ఎలాగ ఉత్పత్తి అవుతున్నవో నేటివరకు పూర్తిగా అప

గాహన కాకపోయినప్పటికీ ఈ విశ్వకిరణ ప్రభావ పరిభోధనవల్ల భౌతికవిజ్ఞాన రంగంలో అనేక విధాలైన సత్యలితాలు సమకూరాయి. విశ్వకిరణ ప్రసారం వలన మన భూమి గ్రహిస్తున్న మొత్తం శక్తి ప్రతిచాత్రి నక్షత్ర కాంతి ద్వారా లభిస్తున్న శక్తికి ఇంచుమించు సమానం కావడంచేత స్థూలదృష్టికి దీని ప్రాముఖ్యం గోచరించక పోవచ్చు. ఇది వ్యక్తమయ్యేతీరు కోట్లకొలది ఎలక్ట్రాను వోల్టల తులమానంతో మాత్రమే చెప్ప వీలైనది. నిజానికి ఇది పరిభోధనా గారాలలో అత్యంత ఆధునిక పరికరాలతో సైతం ఉత్పత్తి చేయజాలనంతటి గురు తర శక్తి. కనుక ఇది యెంతో ముఖ్యమైన విషయం. అచోరనీయమైన ప్రతి విశ్వకిరణమూ మహతోమహీయమైన శక్తికి ప్రతిరూపమైనన్న సమ్మతికీ. పరిభోధనాగారాలలో పట్టి చూడడానికి సాధ్యంచాని ప్రకృతి లక్షణాల పరిశీలనకూ ఇది తోడ్పడగలదనే ఆశ, పరిభోధకులలో ప్రభలమైన ఆసక్తిని రేకెత్తించాయి.

మన చుట్టూ ఉన్న వాతావరణములో నుంచి కాని, అడ్డము పెచ్చిన ఏ ఇతర ద్రవ్యం నుంచి కానీ, విశ్వకిరణములు చూసుకు వెళ్ళినప్పుడు ఛన, రుణ విద్యుదావేశము గల ఎలక్ట్రాను కణముల జంటలను వెదజల్లుకుంటూ పోతాయి. ఇందులో ధన విద్యుదావేశం గల ఎలక్ట్రానును 'పొజిట్రాను' అని కూడా అంటారు. దీని ఉనికి మొట్టమొదటిసారిగా విశ్వకిరణ పరిభోధన మూలంగానే తెలియ వచ్చింది. అలాగే యింకొక ప్రత్యేక కణము యొక్క ఉనికిని గురించి కూడా ఇటీవలే తెలుసుకోగలిగాడు. దీనిని "భారవంతమైన ఎలక్ట్రాను" అనీ "మిజోట్రాను" అని "మిజాన్" అనీ అనేక విధములుగా వ్యవహరిస్తున్నారు. దీని ఉనికి విశ్వకిరణాలపై సాగిన పరిభోధనల ఫలితంగానే స్థిరపడింది. దీనికి దానంతటదే అప్రయత్నంగా మామూలు ఎలక్ట్రానుగా మారునట్టి అసాధారణ గుణం ఉన్నట్టు కనబడుతూంది. కనుక దీని మరుగడ కేవలం తాత్కాలికమైంది. అయితే ఇది "మేషుపు అం" (ఆంగ్లంలో ప్లాప్ ఛేంబర్) అనబడే వైజ్ఞానిక పరికరంలో నుంచి ప్రయాణిస్తూ మామూలు ఎలక్ట్రానుగా మారిపోతున్న సమయంలోనే దాని గమన పథాన్ని ఒక బ్రిటిష్ భౌతిక విజ్ఞాని చాయాచిత్రంగా గ్రహించగలిగాడు కూడా.

ఎలక్ట్రాను కన్న "మిజోట్రాన్" కన్న చాలా బరువైన విద్యుత్కణాలను కూడా సాధారణ ద్రవ్యాలనుంచి విశ్వకిరణములు అప్పుడప్పుడు వెలువర్చ గలిగి

నట్లు కనబడుతుంది. ఈ భార విద్యుత్కణముల స్వభావం ఇంకా పూర్తిగా నిర్ధారణ కాలేదు. కాని కనీసం కొన్ని సందర్భాలలో 'ప్రోటాను' లైనట్లు గోచరిస్తున్నాయి. ప్రోటానులు ధన విద్యుదావేశం గల హైడ్రోజన్ పరమాణు కేంద్రకములు. ఇవి ఇతర రసాయనిక మూలద్రవ్యాలలో నుంచి విశ్వకిరణాలు దూసుకుని పోయేటప్పుడు వాటి పరమాణు కేంద్రకముల నుంచి విడివడిన ధన విద్యుదావేశం కల శకలాలని భావించవచ్చు.

విశ్వకిరణ పరిశోధనకై మిక్కిలి సున్నితమూ, సమర్థమూ అయిన పరికరాలెన్నో నిర్మించబడినవి. పైన పేర్కొన్న మేఘపు అర వానిలో ఒకటి. ఇందులో ఏమి జరుగుతుందంటే నలువైపులా చక్కగా మూయబడిఉన్న ఈ అరలో బిందింపబడిన తడిగాలి ద్వారా విశ్వకిరణములు ప్రసారం చేయబడతాయి. తక్షణమే అందులోని తడిగాలి వ్యాకోచం చెందించబడుతుంది. ఈ వ్యాకోచంవల్ల గాలి ఒక్కసారిగా తెల్లబడిపోతుంది. అందువల్ల అందులోని తేమ విశ్వకణములు పోవు మార్గముల పొడవునా నీటి బిందువులుగా ఘనీభవిస్తుంది. అప్పుడు విశ్వకణముల స్థితి దృగ్గోచర మవుతుంది. ఆ సమయంలో వాటిని మెరుపువలె మెరిసే కాంతి రేఖ సాయంతో ఛాయాచిత్రముగా సంగ్రహించవచ్చు. కొన్ని ప్రయోగములలో ఈ మేఘపు అరను శక్తివంతమైన ఒక విద్యుదయస్కాంతపు దృవముల మధ్య అమర్చుతారు. విశ్వకిరణ జన్య విద్యుదావేశితములైన కణముల అయస్కాంత క్షేత్రములో ప్రయాణించుట వలన వాటి మార్గము వంపు తిరుగుతుంది అట్టి స్థితిలో రీయబడిన ఛాయా పటములో కణముల మార్గపు వంపునూ, సాంద్రతనూ, జాగ్రత్తగా పరిశీలించి వాటి స్వరూప స్వభావాలనూ, విద్యుదావేశ శక్తిరూపాన్ని, శక్తినీ, ఇతర గుణగణములనూ తెలుసుకొనవచ్చును. అమెరికన్, ఛాటిక విజ్ఞాని ఒకాయన మేఘపు అరనూ, విద్యుదయస్కాంతమునూ, రేమేరాను తీసుకొని ఒక విమానంలో 20,000 అడుగుల ఎత్తునకు వెళ్లి అక్కడ విశ్వకిరణముల తాకిడి వలన పరమాణు కేంద్రకములలో సంభవించు ప్రేలుడు ఛాయా చిత్రములు పెక్కింటిని సంపాదించుకొని వచ్చినాడు.

గైగర్ కౌంటర్ అనునది ఇంకొక సున్నితమైన సాధనము. ఇది విశ్వకిరణ కణములను లెక్కించును. ఒక గొట్టములో బిందించబడిన గాలి లేదా ఆవిరిలో నుండి విశ్వకిరణములు ప్రసరించినప్పుడు అది తత్కాలికముగా విద్యుద్వాహకముగా మారినందున మొదటిదానికి అనుబంధంగా విద్యుత్ప్రవాహమేర్పడి గణకయంత్రం

పనిచేయడం ప్రారంభమవుతుంది. ఇట్టి గొట్టములను రెండు మూడింటిని ఒకదాని తరువాత ఒకటి ఒక తిన్నని వరుసలో అమర్చి వానిగుండా విశ్వకిరణములను ప్రసరింపజేసినపుడు అవన్నీ ఏక కాలములో పనిచేసి, విశ్వకిరణములు వచ్చే దిశను సైతము తెలియచేయు విశ్వకిరణ దూరదర్శినిగా పనిచేయగలదు.

విశ్వకిరణ పరిశోధన ద్వారా మనకు లభించుచున్న నూతన విజ్ఞానం భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్రజ్ఞునికి ఎంతో ఆనందకరమైనది. ఇది కాలక్రమేణ మానవజాతియొక్క శాస్త్ర దృక్పథమును పూర్తిగా మార్చి, తుదకు మానవజాతి సంక్షేమమునకు తోడ్పడ గలదని పేరే చెప్పనవసరంలేదు. కాని వైజ్ఞానిక కృషిలో పాల్గొనకుండా పెనుండి చూచి ఆనందించే ప్రేక్షకులకు మాత్రం కొంత ఓరిమి అవసరం.

3. న త్త గు ల్ల లు

సముద్రపుటొడ్డున నత్తగుల్ల రేరడం పిల్లలకు మాత్రమే తగిన వినోదమని నేటివారు అభిప్రాయ పడవచ్చు. కాని నూరేండ్లనాడు నాగరికులందరికి మిక్కిలి ఆనందకరమైన వినోద వ్యాసంగంగా ఉండేది. శంఖాలు వగైరా గుల్లల రూపు రేఖలను పరిశీలించే బాత్సాహికులు ఇందుకోసం చాలా సౌమ్యే ఖర్చుపెట్టేవారు. అపురూపమైనవీ, అందమైనవీ అయిన వాటికి ఎంత ధర అయినా పెట్టేవారు. ఇలా సేకరించబడిన వాటిలో చాలా భాగం వివిధ దేశీయ వస్తు ప్రదర్శన కాలలలో నేడు ప్రదర్శనచబడి ఉన్నాయి. వీటిని సావకాశంగా పరిశీలించ దలచిన విద్యార్థు లందరికి ఇవి అక్కడ అందువాటులో ఉన్నాయి. నేనుకూడా స్వల్పంగానైనా గుల్లలను పోగుచేసేవాణ్ణి. ఈ గుల్లల తయారీలో ప్రకృతి ప్రదర్శించిన నిర్మాణ వైచిత్ర్యాన్ని మెచ్చుకొనడంలో నాకు గల ఉత్సాహమును నా శ్రోతలలో కొందరి కైనా సంగ్రహింప చేయగలిగితే చాలా సంతోషిస్తాను. నిజానికి శంఖాలను గురించి శ్రద్ధ వహించడం సముచిత వ్యాసంగమేనని మీలో కొందరికైనా అనుభ వైక వేద్యం కాకపోవచ్చు. అందులో ఎంతో ఆనందం ఉంది. ఈ నత్తగుల్లల సహచర్యం మనకు కొత్త వింత కావచ్చు. కాని, పాములతో ఉన్నంత జుగుప్సా కరమూ కాదు, అసహ్యకరమూ కాదు.

నిర్జీవమైన గుల్లను దేనినైనా చూచినప్పుడు అందులో ఒకప్పుడు జీవ చైతన్యంగల ఒకానొక ప్రాణి నివసించేదనీ, అది తన జీవన సంగ్రామంలో ఆత్మరిక్షణకు అనువైన గూఢాని కొంచెం కొంచెంగా వివిక్తించుకుంటూ వచ్చిందనీ దానితోపాటు గూఢుకూడా ఎదుగుతూ ఇంత అయిందనీ జ్ఞాపకముంచుకోండి. వస్తుతః ఎంతో ఆసక్తికరమైన ఈ శంఖుపరిశీలనా వ్యాసంగం, దాని ప్రాముఖ్యాన్ని గ్రహించినప్పుడు మరింత ఆసక్తికర మవుతుంది. నిజానికి ఈ గుల్లలను పరిశీలించడమంటే అవనీతలంమీద ఆవిర్భవించిన అతి ప్రాచీన జీవకోటులలో

ఒకదానిని గురించి తెలుసుకోవడమన్నమాట. ఇవి అల్పప్రాణులే కావచ్చు అయితేనేమి వీటి ప్రాముఖ్యం వీటికుంది. వీటి ఆకారం పరిమాణం వర్ణ వైవిధ్యం. శిల్పం. అందచందాలూ బహువిధాలు. ఈ అల్పప్రాణి తనకై ఇన్ని విధాల ఇంత అందమైన ఆకారాలను ఎందుకోసం ఏలాగున నిర్మించుకుంటోంది అని ఆలోచించినప్పుడు దాని జీవరహస్యం మరింత విగూఢమైనట్లు అనిపిస్తుంది. దానియందు మన ఆసక్తి ఇతోధిక మవుతుంది.

శంఖాలమీద నత్తగుల్లలమీద ధ్యాన పెరిగితే నేలమీదనూ, మంచినీటి లోనూ సముద్రములోనూ ఉండే ఈ జాతి జీవులు అనేక రకాలుగా అసంఖ్యాకంగా ఉన్నాయని త్వరలోనే తెలుసుకోగలుగుతాము. వీటిలో దాదాపు లక్షకు మించిన రకాలున్నాయని శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్నారు. వీనిలో కొన్ని సూక్ష్మ దర్శిని సాయంతో చూడలేనంత చిన్నవీ, స్నానాని కుపయోగపడే తొట్టెలంత పెద్దవీ ఉన్నాయని తెలుసుకున్నారు. వీటిలో ఒక్కొక్కటి అరటన్న బరువుండే బ్రహ్మాండమయినవి కూడా ఉన్నాయి.

ఆకారములోను, రంగులలోను శంఖాలూ, నత్తగుల్లలూ మార్చి వైవిధ్య శోభను మేల్కొల్పగల జీవులు మరేవీలేవు. కనుక వీటి పరిశీలన ఎంతో ఆసక్తి కరంగా ఉంటుంది. సముద్రం అట్టడుగునా, సరస్సులలోనూ, నదులలోనూ, గుంటలలోనూ కూడా వేలకొలది జాతుల నత్తలుంటూ ఉంటాయి. కాని సముద్ర జీవులైన నత్తలంత ఆకర్షణీయంగానూ, ఆసక్తికరంగానూ మరేవీ ఉండవు. వీటికి తోడు ధూమిమీద చెట్లలోను, దుబ్బులలోనూ, పెరటి తోటలలోనూ, నేల మీదా ఒకచోట అని ఏమిటి : అన్నిచోట్లా గాలి పీల్చుకుంటూ బ్రతికే రకరకాల నత్తగుల్లలు కూడా ఉన్నాయి. సముద్ర తీరంలోగానీ, ధూమిమీదగానీ మనకు బహుశంగా కనబడే ఈ నత్తజాతుల రూపభేదములను కొంచెం పరీక్షించి చూస్తే ఎంతో ఆశ్చర్యం కలుగుతుంది. తాము ఎక్కడ ఉన్నప్పటికీ తమ పరిసరాల లోనే అనేక రకాల నత్తలు ఉన్నట్లు ఆసక్తితో, ప్రదృఢ పరిశీలించేవారికి తెలియ గలదు.

నత్తలను ఐదు జాతులుగా జంతు శాస్త్రజ్ఞులు వర్గీకరించినారు. అందులో గెస్ట్రోపాడ్స్ (నత్తలు) లెమిల్లబ్రాంక్స్ (ఆలిచిప్పలు) అనే రెండు జాతులు ముఖ్యమైనవి. గెస్ట్రోపాడ్స్ అనబడే ఈ నత్తల పైగుల్ల ఏకాండంగా సర్పిలాకారంలో ఉంటుంది. అలాకాక ఒకదానికొకటి అంటుకొని, మూసుకోవడానికి

తెరవడానికి వీలుగా తలుపుబండుకీలు కలిగినట్టిది లెమిన్గ్రాంక్స్ అనబడే అలిచిప్పలు. వ్యాపారరీత్యా ఎంతో విలువైన శంఖం, టర్ఫో, ట్రాకస్ హేలియాటిస్ మొదలగు నత్తగుల్లలు గెస్ట్రోపాడ్స్ వర్గానికి చెందినవి. ముత్యపుచిప్పలు, అలిచిప్పలు వగైరా 'లెమిన్గ్రాంక్స్' జాతికి చెందినవి. వికార రూపముగల అష్టపది, స్క్విండ్, కటిల్చేప ముఖ్యంగా ఎంతో అందంగా రకరకాలైన రంగులతో మెరిసిపోతుండే చిప్పలూ, కప్పలూ కలిగిన నాటిలస్ మొదలైనవి మరో ముఖ్యమయిన మూడోజాతికి చెందినవి.

సముద్రపు గుల్లలను పోగుచేసి వాటిని బట్టీలలో పోసి కాల్చి సున్నం చేయడాన్ని చాలామంది చూచేవుంటారు. గుల్లలలో ఉండేది సుద్ద. ఈ సుద్దనే రసాయినిక పరిభాషలో కాల్షియం కార్బోనేట్ అంటారు. దానిని కాల్చినప్పుడు, అది కాల్చి అర్పిన సున్నం (అనగా కాల్షియం ఆక్సైడ్) గా మారుతుంది. నత్తగుల్లలలోని సుద్ద నత్తపురుగు అంచుల నుంచి క్రిందికి కారుతుంది. అది క్రమంగా గట్టిపడి, గుల్ల ఏర్పడుతుంది. కొమ్మువంటి సేంద్రీయ ద్రవ్యం ఈ సుద్దతో కలపబడి కలిసి నిర్జీవ ద్రవ్యమయిన సుద్దను వంగిపోతుండా గట్టిగా ఉండేటట్లు బలాన్నిస్తుంది. చాలా గుల్లల రూపురేఖలను పరిశీలించినవారికి అని గట్టిగాను, పెళుసు లేకుండాను నిర్మితమైనట్లు స్పష్టమవుతుంది. ఒకవేళ ఏదైనా ప్రమాదవశాత్తు గుల్ల ఖీట దీసినప్పటికీ ఆ ఖీటమీద మళ్ళీ కొత్త ద్రవాన్ని స్రవించేసి పగులును అతికించు కోగల సామర్థ్యం నత్తలకు కలదనికూడా తెలుస్తుంది. దెబ్బతగిలి పగలగా తిరిగి అతుకబడినట్లున్న నాటిలస్ జాతి నత్తగుల్లను నేను స్వయంగా చూచాను. గుల్లల నిర్మాణమునకై కావలసిన ద్రవ్యమును సేకరించడంలో నత్తజాతి సూక్ష్మజీవులు చేసేపని ప్రకృతి సహజమయిన పొదుపరితనానికి నిదర్శనం. యుగయుగాలుగా నీటిలో కుప్పబడి కాలక్రమేణ శిథిలమైపోయి రూపాంతరం చెందిన చిన్న చిన్న నత్తగుల్లలే తరచు భూమిమీద కనబడే సుద్దబిళ్ళలు.

రకరకాలైన నత్తగుల్లలలోని సుద్ద అనేక రీతులుగా గోచరిస్తుంది. మామూలు శంఖంలో ఇది గట్టిగానూ, తెల్లగానూ పింగాణీవలె ఉంటుంది. సుప్రసిద్ధమైన 'కిటికీ అద్దపు' గుల్ల చేపయొక్క కవచంలోని సుద్ద ఏ రంగు లేకుండా అర్థ పారదర్శకంగా ఉంటుంది. చాలా వాటిల్లో గుల్ల మందం అంతగాని, అందులో చాలా భాగం గాని, అనేక రంగులతో అందంగా మెరిసే ముత్యపుచిప్ప ద్రవ్యంతో నిర్మించబడుతుంది. అందంగా వుండడం చేతనూ వంగకుండా గట్టిగా ఉండడం

చేతనూ, కళాత్మకమైన వస్తువుల తయారీలో ఎక్కువ ఉపయోగపడుతూ వ్యాపారరీత్యా లాభదాయకం కావడంచేత ముత్యపు చిప్పకు ఎంతో విలువ కలిగింది. రసాయనికంగా దాదాపు పరిశుద్ధమైన సుద్ధ తప్ప వేరేమీకాని ఈ ముత్యపు చిప్పలకు ఇంత అందమూ, ఇంత వైవిధ్యమూ ఎలా కలిగింది ? అన్న అంశంపై విపులమయిన పరిశోధన జరుగుతోంది.

సుద్ధ సహజంగా స్ఫటిక జాతి ద్రవ్యం. రసాయనికంగా అంతా సుద్దే అయినప్పటికీ స్ఫటికాకారంలో ఉన్న సున్నపురాలి ముక్కను చూస్తే మీకు ఈ విషయంలో వెంటనే నమ్మకం కలుగుతుంది. చలవరాలి ముక్కను బ్రద్దలుకొడితే అది పగిలినచోట స్ఫటికాకారం కనిపిస్తుంది. అయితే గుల్ల అంచులనుండి కారే సుద్ద ద్రవం వెంటనే స్ఫటికంవలె గడ్డకట్టిపోకుండా దానిలో కలుస్తున్న సేంద్రీయ జీవద్రవ్యం నిరోధిస్తున్నది. అయినప్పటికీ అది స్ఫటికాకృతిని పొందుతూనే ఉంటుంది. స్ఫటికపు పరిమాణం పెద్దదైన కొలదీ స్ఫటికీకరణం మరింత క్రమబద్ధంగా అవిచ్ఛిన్నంగా జరిగే కొలదీ గుల్ల మరింత స్వచ్ఛమూ, పారదర్శకమూ అవుతుంది. అంచువల్లనే కిటికీ అద్దపు గుల్ల చేప కవచం దాదాపు పారదర్శకంగా ఉంటుంది. కనుకనే కొన్ని దేశములలో కిటికీలకు గాజుకు బదులు దీనిని వాడుతున్నారు.

సుద్ద, స్ఫటికాలు రెండు రకాలు. ఇవి రెండూ రసాయనికంగా ఒకటే అయినప్పటికీ వీటి భౌతిక రూపాలు భిన్నంగా ఉంటాయి. వీటిలో ఒకదానిని 'కాల్సైట్' అనీ, రెండో దానిని "ఎరాగోనైట్" అనీ వ్యవహరిస్తూ ఉంటారు ప్రకృతిలో ఈ కాల్సైట్ చాలా విరివిగా లభిస్తుంటుంది. సాచారణంగా నత్తగుల్లలన్నింటిలోను వాటిల్లో ముత్యపు చిప్ప మెరుగు కనబడే చోట్లు మినహా-ఉండేది ఈ కాల్సైట్ మాత్రమే. ఈ ముత్యపు చిప్పలోనైనా సుద్ద ఎరాగోనైట్ రూపంలో వుంటుంది కాని అ పుండడం అసంభ్యాకమైన స్ఫటిక సమూహంవలె ఉంటుంది. నత్తగుల్ల ఉపరితలంతో సమానాంతరంగా పొరలు పొరలుగా వ్యాపించి ఉండే సేంద్రీయ ఫలకాలపై ఈ స్ఫటిక సమూహములు పొదుగబడి ఉంటాయి దీనిని సూక్ష్మదర్శినితో పరిశీలించినప్పుడు ముత్యపు చిప్పలో ప్రతి అంగుళం మందానికి ఇలాంటివి ముప్పైవేల పొరలుంటాయని తేలింది. ముత్యపు చిప్పలు అనేక రంగులలో, అందంగా నిగనిగా మెరిసిపోతుండడానికి కారణం వాటిగల ఈ నిర్మాణ వైచిత్రే. అందులో సేంద్రీయ ద్రవ్యం చేరడంవల్లనే

దానికి గట్టితనమూ, చెక్కడపు పనిచేయడానికి తగినంత చేనా కలుగుతున్నాయి. ఇదే ముత్యపు చిప్పకు రసాయనిక నిరోధక శక్తిని ప్రసాదిస్తున్నది. సజల ఉదజహరికాదుంలో (డైల్యాట్ హైడ్రోక్లోరిక్ ఆసిడ్) సుద్ద తక్షణమే కరిగి పోతుంది. కాని ముత్యపు చిప్ప మాత్రం చాలా నెమ్మదిగా కరుగుతుంది. మంచి ముత్యపు నిర్మాణంకూడా ముత్యపు చిప్పవలెనే ఉంటుంది. అయితే ముత్యపుచిప్ప లోని పొరలు సమంగా పలక పేర్పులో ఉండగా, ముత్యంలో అవి ఒక కేంద్రం చుట్టూ గోళాకారంలో ఉంటాయి. అందుచేత మంచి ముత్యంలో ఉన్నది కొద్దిగా సేంద్రియ ద్రవ్యం కలిసిన ఖర్చుమయిన సుద్ద మాత్రమే. రసాయనిక దృష్ట్యా వజ్రం కేవలం బొగ్గే అన్నంచువల్ల దాని విలువ ఏమాత్రమూ తగ్గనట్లుగానే, మంచి ముత్యాలన్నీ కొంచెం సేంద్రియ ద్రవ్యం కలిసిన వట్టిసుద్దతో తయారై నవన్నంత మాత్రాన వాటి అందానికి, విలువకూ వచ్చిన న్యూనత ఏమీలేదు. నత్తగుల్లల రూపురేఖలు వాటిపై నగిషి అంతా ఎంతో అందంగా ఉంటాయి. ఈ జంతువుల జీవితంలో వీటి ప్రాధాన్యమేమో. వీటి కింతటి సుందర రూపసంపదను కల్పించడం జీవసృష్టి సందర్భంలో ప్రకృతి ప్రదర్శించే అనుగ్రహాంశయమేనో కాదో జంతు శాస్త్రజ్ఞుడను కాకపోవడంచేత నేను సాహసించి చెప్పజాలను. అలాగే నత్తగుల్లలలో తరచు వ్యక్తమవుతుండే వర్ణవిన్యాసం గురించి కూడా నేను ఏమీ చెప్పజాలను. కాని గుల్లల రూపురేఖలకూ అవయవ నిర్మాణానికి అత్యంత సన్నిహిత సంబంధ మున్నదనడం మాత్రం నిస్సంశయం. విజ్ఞానికి గెస్ట్రోపాడ్స్, లెమిర్రి ట్రాంక్స్, నాటిలస్ జాతుల ముత్యపు చిప్పల సూక్ష్మ నిర్మాణమును సూక్ష్మ దర్శినితో పరీక్షించి చూచినప్పుడు, అవి పరస్పరం భిన్నంగా ఉన్నట్లు కనిపించింది. కాబట్టి గుల్లల నిర్మాణంలో గల తేడాలనుబట్టి జంతుశాస్త్ర రీత్యా నత్తగుల్లలను జాతులుగా వర్గీకరించే సందర్భంగా జరిగే పరిశీలనకు ఇది ఎంతగానో ఉపకరించవచ్చు.



4. ప్రకృతి రూపురేఖలు

వస్తుతః సౌందర్య తత్త్వం ఇట్టిది అని విశ్లేషించి చెప్పడం కష్టం. కాని మందరమైన దానిని దేనినైనా చూడగానే అవయవ సౌష్ఠ్యం, అవయవ అనురూపత్వం వగైరా సౌందర్య లక్షణాలు కొన్ని దానికి ఉన్నట్లు మనం గుర్తించగలం. ప్రాణికోటి రూపు రేఖలను పరిశీలించినప్పుడు, వాని ఆకృతులలో ఒక క్రమంతో తీర్చిదిద్దినట్లు గోచరించే నిర్మాణ లక్షణాలే వాని సహజ సౌందర్యాన్ని ఇనుమడింప చేస్తున్నాయనిపిస్తుంది. జీవకోటి సౌందర్యం బాహ్యచిహ్నాలలో మిక్కిలి ముఖ్యమైనది అవయవాల అనురూపత్వం. అనగా కుడి ఎడమ భాగాలు ఒక దానితో ఒకటి సరితూగేటట్లుండడం. పువ్వులలోనూ, రెమ్మలలోనూ బాహ్య సౌందర్యాన్ని ఇనుమడింపచేసే అవయవాను రూపత్వం వృక్ష ప్రపంచంలో మనకు చాలా కనిపిస్తుంది. వృక్ష జాతులలోనూ, జంతు ప్రపంచంలోనూ ఉండే సూక్ష్మత సూక్ష్మ ప్రాణులను సూక్ష్మదర్శినిలో చూచినప్పుడు అనేక విధాలైన అవయవానురూపత్వం దృగ్గోచరమవుతుంది. అల్ప ప్రాణులను, అందునా మంచినీటిలోనూ, సముద్రపు బొడ్డునా ఉండే సర్పలవంటి వాటిని పరిశీలించి నప్పుడు అమృతమైన అవయవాను రూపత్వం కల వాటి ఆకార సంపద బయట పడుతుంది. అయితే ప్రకృతి నిర్మాణ వైచిత్ర్యం అంతా ఈ విధమైన అవయవాను రూపత్వ సృష్టికే పరిమితమై లేదు. అడవి సౌందర్యమంతా అక్కడి ఆకులు పువ్వులలో మాత్రమే లేదు. అక్కడ నిట్ట నిలువుగా పెరిగిన చెట్ల మ్రానులూ, దళిదళలా వ్యాపించియుండే కిరీటములవంటి వృక్షగ్రములు, అడవి అంతా ఒక దానితో ఒకటి అల్లిబిల్లిగా అల్లుకొన్న కొమ్మలూ ఇవన్నీ కూడా తమ అనురూపత్వంతో ఇతర సౌందర్య విశేషాలతో చూపర దృష్టిని ఆకర్షించి, ఆకట్టి అలరించుతాయి.

సమస్త సృష్టిని సాగించే సందర్భంలో ప్రకృతి ప్రదర్శించే నిర్మాణ కౌశలాన్ని వైచిత్ర్యాన్ని అర్థం చేసుకొని అన్వయించుకోవడానికి రెండు భిన్నమార్గాలున్నాయి. జీవ ధర్మాలు జయప్రదంగా అమలు జరుగుతున్నాయో, లేదో చూచే జీవశాస్త్ర దృష్టితో పరిశీలించడం ఒకటి. చరాచర జీవకోటి సమస్త కార్యకలాపాలు వాటి రూపురేఖలపై పూర్తిగా ఆధారపడి ఉంటాయి. అందుచేత ఆయా జీవ ధర్మాలను నెరవేర్చడానికి వీలుగా ఆయా అవయవాలు అనురూప సాంద్ర్యంతో అలరారుతూ ఉంటాయి. కుడి, ఎడమలు ఒకదానితో ఒకటి సరిమాగేటట్లు ఉండడం అనేది, భూమిమీద సంచరించే, గాలిలో ఎగిరే, నీటిలో ఈడే సమస్త జంతుజాలానికి సర్వసాధారణమైన లక్షణం. అందుచేతనే అవి అంత సులభంగా ఆయా పరిసరాలలో సంచరించ గలుగుతున్నాయి. కాని జిగురును వెలార్చి గట్టి ఆధారమును అంటుకొని ఉండడంలోనే తృప్తిని చెందే నత్తజాతి జీవులలో మాత్రం ఈ అవయవానురూపత్వం కనబడదు. వీరి ఏమైనప్పటికీ, ఎలా ఉన్నప్పటికీ, ప్రాణికోటి రూపురేఖలన్నీ ఆయా జాతుల జీవన విధానాలకు, ధర్మాలకు అనుగుణంగా మాత్రం ఉంటాయని నిస్సంశయంగా చెప్పవచ్చు.

ఇక రెండవది : భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల, రసాయన శాస్త్రవేత్తల దృక్పథానికి సంబంధించిన మార్గం. ఇది రూపురేఖలకూ, అందుకు కారణబీజమైన ద్రవ్య లక్షణాలకూ గల పరస్పర సంబంధ నిరూపణకు మాత్రమే పరిమితమైంది. ఆయా జీవజాతుల శరీర నిర్మాణానికి కావలసిన సామగ్రిని ఎంచుకునే అవకాశం జీవానికి ఉన్నప్పటికీ అది నిర్బంధమైన అవకాశం కాదు. ఇందుకు కారణం ఎంచుకున్న వస్తువు లభ్యం కావడంపై ఈ శరీర నిర్మాణం కృషి చాలా పరకు ఆధారపడి ఉండడమే. మాంసకృత్తులనబడే జీవ ద్రవ్యాల అసాధారణ యోగికమే ప్రాణానికి ప్రాతిపదిక. అయితే ఇది చాలా సున్నితమై త్వరగా చెడిపోయే స్వభావం కలది కావడంచేత ఏవో కొన్ని ప్రత్యేక సందర్భాలలో తప్ప గట్టి నిర్మాణమునకు అంతగా ఉపయోగించదు. అదైనా అరుదుగా జరిగేపని. అందుకే కార్నియం కార్బోనేట్స్, కార్నియం ఫాస్ఫేట్స్ వంటి నిర్జీవ రసాయనిక పదార్థాలే జంతువులకు రూపురేఖలు కల్పించి వాటి జీవిత వద్దతులను తీర్చిదిద్దే పంజరాల నిర్మాణంలో వినియోగమౌతున్నవి. ఈ నిర్జీవ ద్రవ్యముల స్వభావమూ, గుణములూ, మాంసకృత్తులతో అవి కలిసి వుండే విధానమూ జీవజంతువులలో రూపురేఖలనూ, అవయవానురూపత్వాన్ని నిర్ణయించేవి. అయితే ఈ మాంసకృత్తులే

త్వర త్వరగా పెరిగే కొన్ని ప్రత్యేకావయవ నిర్మాణములలో. అనగా పిల్లలకు పాలిచ్చి పెంచే జంతువుల రోమములుగానూ, ఉన్ని బొచ్చుగానూ, నెమరువేసే జంతువులలో దొమ్ములుగానూ రూపొందించుచున్నాయి. ప్తీలకు శిరోలంకారమైన అందమైన పుట్టు కుచ్చులవంటి శిరోజములు అంత పొడుగుగా ఎదగడానికి కారణం ఒక రకం మాంసకృత్తుల పరిమాణ రచనలో గల విశేషమే. నిజానికి మాంస మస్తకాలకు అలంకారమైన శిరోజముల సౌందర్య శోభ అంతా మాంసకృత్తులలో ప్రకృతి ప్రదర్శించే రసాయనిక ప్రక్రియా ఫలితమే.

ఈ మధ్య ముత్యపు చిప్పల నిర్మాణం విషయమై, నేను జరిపిన పరిశోధన లలో, వాటి బాహ్య రూపానికి, అంతరంగిక శిల్పానికి గల సంబంధం సంగతి తెలియ వచ్చింది. గుల్లల అకారంలోని పై విధ్యమును బట్టి నల్ల జాతి జీవులను అనేక రకాలుగా వర్గీకరించ వచ్చునన్నది అందరికీ తెలిసిన విషయమే. సాధారణ చాంతి కిరణములతోను, ఎక్స్ కిరణములతోను రక రకాల ముత్యపు చిప్ప లపై జరిపిన పరిశీలన వలన వాటి నిర్మాణ శిల్పములో చాలా తేడాలున్నవని తెలిసింది. ముఖ్యంగా ముత్యపు చిప్పలలో ఉండే ప్రధాన ద్రవ్యం సున్నము లేక ఏరాగనైట్ లాంటి సూక్ష్మ స్పటికముల కూర్పులోదాదా ఈ ఛేదం ఎక్కువగా ఉన్నట్లు కనుగొన బడింది. భిన్న భిన్న వర్గాలకు చెందిన నల్ల జాతి జీవుల, గుల్లల పై చాపులన్నీ అంతరంగికమైన అవయవ నిర్మాణములమీద ఏదో ఒక విధంగా ఆధారపడి యున్నవని పరిశీలనవల్ల తెలిసింది. సెయ్యులోజ్ అనే రసాయనిక ద్రవ్యపు అద్భుత గుణము వలన వృక్ష జాతులలో అనుచూపత ఏర్పడుతోంది. ఇది దొగ్గు, అల్లుజని, ఉదజనిల రసాయనిక యోగికం. పంచదారకూడా ఇలా ఏర్పడిందే. కాని రెండింటికీ గుణభేదాలున్నాయి. పంచదార నీళ్ళలో కరిగి పోతుంది, సెయ్యులోజ్ కరగదు. ఈ సెయ్యులోజ్ లో అణువులు సులువుగా ఒకదానికొకటి అంటుకొని నారపోగులుగా ఏర్పడటానికి పీయగా ఉంటాయి. లిగ్నిన్ అనే పిండివంటి ద్రవ్యంతో ఈ సెయ్యులోజ్ పోగులు ఒకదానికొకటి గట్టిగా అతికించడం వల్లనే చెట్లకూ, మొక్కలకూ, మ్రానులు ఏర్పడుతున్నాయి. ఆడవిలోని పెద్ద పెద్ద చెట్లయొక్క పొడుగాటి మానులనూ, అల్లిబిల్లిగా అందంగా అలుకున్న కొమ్మలనూ, అటులను చూచి మెచ్చుకునేటప్పుడు ఆ సౌందర్య సంపద అంతా సెయ్యులోజ్ అణువులకు సహజసిద్ధమైన అనుచూపత్వ లక్షణం వల్లనే వన్న సంగతి మరచిపోకూడదు. దాగా పరిచయమైన విషయంగదా అని ప్రాణి

కోటి రూపురేఖలను గురించి, వాటి అవయవానురూపత్వాన్ని గురించి మొదటగా ప్రస్తావించా లనుకున్నాను ప్రసక్త్యాను ప్రసక్త్యంగా సజీవద్రవ్య నిర్మాణాన్ని గురించీ జీవలక్షణాలను రూపొందించడంలో ప్రధాన పాత్ర వహించే క్లిష్టమైన అసాధారణ రసాయనిక ద్రవ్యాల స్వభావాదీకములను గురించీ, పర్యాలోచన వలన వచ్చి ది. కాని కంటికి ప్రత్యక్షంగా కనుపించని వై నప్పటికీ ద్రవ్య నిర్మాణానికి ప్రాతిపదికములైన అణువుల యొక్క రూపురేఖలను గురించి మనకు వివరింపగ తెలుసును కాని మిగతా విషయం అంతగా తెలియదు. గతచిన్ ఇరవై ఏండ్లలోనూ, సిద్ధాంత రంగంలోనూ ప్రయోగాత్మకంగానూ భౌతిక విజ్ఞానంగా వికసించింది, ఫలితంగా పరిమాణువుల, చాలాకాల అణువుల నిర్మాణం గురించి, వాటి రూపురేఖలను గురించి మనకు చాలా తెలిసింది. విద్యుదావేశితమైన కేంద్రముచుట్టూ ఎలక్ట్రాను గుంపులతో ఒక క్రమంలో నిర్మిస్తూ ప్రణాళిత ననుసరించి ద్రవ్యపరమాణువులు నిర్మితమైనవని సిద్ధాంత రీత్యాను, ప్రయోగాత్మకంగాను కూడా యుక్తమైంది. పరమాణువుల పేర్లున్న కలిగే అణువుల నిర్మాణం కూడా స్పష్టమైన రేఖాశాస్త్ర సంబంధమైన మూల సూత్రముల మీదనే ఆధారపడి ఉంది అణువు ఆకారమునూ దాని అనురూప శిల్ప నిర్మాణమునూ సరిగా తెలిసికొని నిర్వచించడానికి తగిన పద్ధతులూ, పరికరాలూ నేడు మనకు అందుదాటులో ఉన్నాయి. ఒక ఉదాహరణ : బహు సంక్లిష్ట నిర్మాణం కల పెక్కు జీవ ద్రవ్యాల తయారీలో ప్రాతిపదికగా వినియోగపడే అణువు రూపురేఖ నీ సంపూర్ణమైన షడ్కోణంవలె ఉంటాయని రుజువైంది.

రేఖాశాస్త్రానికి, ద్రవ్యపు స్పటికాకార పరిశీలనలో ప్రయోగముల మూలమున కనుగొన్న విషయానికి గల సన్నిహిత సంబంధములను గురించి ప్రస్తావించి ఈ ప్రసంగాన్ని ముగిస్తాను. భూగర్భ విజ్ఞాన ప్రదర్శనశాలకు పోయిచూసినప్పుడు నై సర్గికంగా ప్రకృతిలో లభించే అందమైన స్పటికముల మచ్చుతునకలు, అష్టకోణాలు తీరిన వజ్రపు స్పటికాలు, షడ్కోణాలు గల స్పటికరాళ్ళు, రాతి ఉప్పు, స్పటికపు ఘనాలు, పట్టికంవలెఉండే పెద్ద పెద్ద అబ్రకపుపలకలు మొదలైనవి ఎన్నో కనిపిస్తాయి. ప్రకృతిలో దొరికినవైనా, మానవ కల్పితమైనటువంటివైనా గట్టిగా ఉండే ద్రవ్యాలలో చాలాభాగం స్పటిక నిర్మాణం కలవే. అయితే పైకి చూడ్డానికి అన్నీ అలా అనిపించకపోవచ్చు? కాని స్పటిక నిర్మాణశిల్పం వరుస సరుసకూ, పొర పొరకూ, నిలువు నిలువుకూ, మధ్య సమానమైన ఖాళీతో ఉండే

పరమాణువుల రేదా ఆణువుల దొంతర క్రిమబద్ధంగా ఉంటుందని నవీన పరిశోధనల వల్ల వెల్లడి అయింది. అందుచేత ద్రవ్యాణువులలోను, పరమాణువులలోను ఇలాంటి సక్రమమైన కూర్పు ఎన్నివిధాల సాధ్యమవుతుంది? జాహ్నమైన రూపు రేఖలనుబట్టి, ఆంతరంగికమైన నిర్మాణ శిల్పంబట్టి, రేదా ద్రవ్యాణువర్గాల కూర్పును బట్టి, స్పటికములను పరీక్షించడానికి రేఖాశాస్త్ర సిద్ధాంతాలు తోడ్పడుతున్నాయి. రేఖాశాస్త్ర సిద్ధాంతముల రీత్యా 32 స్పటికపు జాతులూ, స్పటికములలో 230 రకములైన ఆంతరంగిక నిర్మాణ శిల్పములూ ఉండవచ్చునని సూచించబడింది. అర్యద్భుతమూ, సంతృప్తికరమూ అయిన విశేషమేమిటంటే ప్రయోగరీత్యా కూడా ఈ సంగతి ఋజువుకావడం.



5. ప్రకృతిలో వెలుతురు - రంగులు

అనంతమైన వైవిధ్యశోభను వెల్లారుస్తూ మనకు ప్రకృతి ప్రత్యక్షమవుతూ ఉంటుంది. కాని ప్రకృతి ప్రేయసుకు అది మరింత అందంగానూ, ఆనందజనకంగానూ ఉంటుంది. నీలాకాశమూ, ఉషశోభా, సంద్యా సౌందర్యం, మాటి మాటికీ మారుతూ ఉండే మబ్బుల పై చిత్రీ, అడవులలోనూ, పొలాలమీదా కనబడే రకరకాల రంగులూ, అర్ధరాత్రి అసంఖ్యాక తారకలతో అలరించే ఆకాశమూ అన్నీ కూడా మన కళ్ళ ఎదుట మనకోసం ప్రకృతి వింత కాంతులతో రంగులతో అనుక్షణమూ ప్రదర్శించే అంతులేని జగన్నాటకంలోని నిత్య దృశ్యాలు. శాస్త్రవేత్త ఈ దృశ్యాలను విమర్శనా దృష్టితో చూస్తాడు. అంత మాత్రాన ప్రకృతి సౌందర్యం అతిజ్ఞ ఆకర్షించకపోదు. నిజానికి విమర్శనవల్ల మన దృష్టి నిశితమౌతుంది. ఆ అందాన్ని, దానిలో ప్రస్ఫుటంగా కానవచ్చే ప్రత్యేక లక్షణాలను బాగా గ్రహించగలుగుతుంది. పైగా ప్రకృతి పోకడలను పరిశీలించడంవల్ల జ్ఞాన లాభం చాలా కలిగింది. ఉదాహరణకు ఉరుసులతో, మెరుపులతో నిండిన తుఫానునే తీసుకోండి. ద్రవ్యంలోనుంచి విమృశ్య ప్రవహించినప్పుడు విమృశ్య చుక్తి వెలుతురుగా మారుతుందని ప్రకృతి మనకు ప్రదర్శించింది. ఈ విమృశ్య చుక్తిని అనేక విధాలుగా ఉత్పత్తి చేసుకుని మానవజాతి అనేక విధాల వినియోగించుకుంటోంది.

ఇంకొక ఉదాహరణ : కాంతిలోనూ, రంగులోనూ అనేక రేచాలతో రకరకాలుగా మెరిసే చుక్కలు అనేకం ఆకాశంలో చీకటి రాత్రులందు మనకు కనబడతాయి. ఈ నక్షత్రాలనుంచి వచ్చే కాంతిని వర్ణపట దర్శనితో విశ్లేషించి పరిశీలించగా నక్షత్ర కాంతికి, సూర్యకాంతికి స్థూలంగా చాలా పోలికలున్నప్పటికీ వాటి వాటి వర్ణపట దర్శనులలో వ్యక్తమయ్యే రంగుల వివరాలలోను ఇతర లక్షణాలలోను తేడాలు లేకపోలేదని తేలింది. దీనినిబట్టే సూర్యుడు నైతం నక్ష

త్రాల కోపకు చేరిన వాడేనని లేదా దూరాన మిణుకు మిణుకుమనే నక్షత్రాలు సూర్యుని వంటివేనని తెలుసుకోవడానికి వీలైంది. అలాగే విశ్వమందలి వివిధ భాగముల మధ్యగల పోలికలను నిర్ణయించడానికి, నక్షత్రముల పరిణామక్రమాన్ని తెలుసుకోడానికి వీలైంది. మనలో ప్రతివారికీ పరిచితమైన ప్రకృతి దృశ్యాలన్నింటిలో ప్రస్తుతంగా వ్రత్యక్షమయ్యే రంగులన్నీ ఎలా కలుగుతున్నాయన్న జ్ఞాన పై జ్ఞానిక పరిశోధకులకు సహజం.

ఇంతకీ ఒక వస్తువుయొక్క రంగు అంటే ఏమిటి? ఆ వస్తువు ఉపరితలంపై ప్రతిఫలించే కాంతి రంగా? లేక దానిలోనుంచి ప్రసరించి వచ్చే కాంతియొక్క రంగా? లేదా దానిలోపల అంతటా వ్యాపించి దశదిశలా విరజిమ్ముటదే వెలుగు వర్ణమా? ఇదేదో ముందు స్పష్టంగా తెలుసుకోవాలి.

స్థూలవృష్టికి కేవలం సామాన్య విషయం అనిపించే దీనిని గురించి ఇన్ని ప్రశ్నలేమిటనే ఆశ్చర్యం కలుగవచ్చు. నిజానికి ఈ విధంగా మూడు విధాలుగా నిర్వచించిన ఒక వస్తువుయొక్క రంగు ఒకే విధంగా ఉండకపోవచ్చు. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ నీటిరంగు జలోపరితలంనుంచి ప్రతిఫలించి వచ్చే కాంతియొక్క రంగు నీటిమీద పడిన కాంతి రంగే తప్ప అన్యంకాదు. సూర్యకాంతి జలోపరితలం మీద పడిందనుకొండి. అప్పుడు దానిమీదనుంచి ప్రతిఫలించే కాంతి సూర్యకాంతి రంగే ఉంటుంది. అలాకాకుండా నిటారైన జలధారనుంచి ప్రసరించే తెల్లటి కాంతి కిరణాల రంగు, సూర్యకాంతి వర్ష పటంలోని వివిధ రంగులలో దేనిదైనా ప్రత్యేకంగా హరించగల శక్తి ఆ నీటికి ఉండే దాన్నిబట్టి మారుతుంది. నీరు ఎంత నిర్మలంగా ఉన్నా ఎరుపు పసుపు రంగులను కొద్దిగా హరిస్తుంది. అందుచేత నిటారైన జలధారలోనుంచి ప్రసరించివచ్చే సూర్యకాంతి విశిష్టమైన ఆకుపచ్చరంగును చూపిస్తుంది. ఇదికాక నీటిలోనుంచి పైకివచ్చే వెలుతురు, నీటిలోపల నలుప్రక్కల వ్యాపించి నీటిమధ్య ఉండే ద్రవ్యకలాలచేతా, నీటి అణువులచేతా పైకి వెదజల్ల బడుతుంది. వీటిమధ్య వ్రేలాడే ద్రవ్య శకలాలు అంత హెచ్చుగా లేనప్పుడు వెలుతురు నీటి అణువుల ద్వారానే పైకి వెదజల్ల బడుతుంది. దీనిరంగు ఆకాశ నీలిమను పోలి ఉంటుంది.

కాబట్టి జలోపరితలంపై కాంతిపడి ప్రతిఫలించడం, నీటిలోనుంచి దూరి వచ్చే వెలుతురులోని ఎరుపు, పసుపు రంగులను ప్రత్యేకించి హరించగలగడం, నీటిలోపల కాంతి పైకి వెదజల్లబడడం అనే ఈ మూడు ధర్మాలునుబట్టి, నీటి

రంగు ఉంటూఉంటుంది. అందుచేతనే నిర్మలమైన నీటిరంగు కూడా అది మనము గ్రహించే పద్ధతినిబట్టి మారుతుందనడంలో ఏమీ ఆశ్చర్యంలేదు. ఒకవేళ ఉపరితలపు ప్రతిఫలనం లేకుండా పరిహరించి నప్పుడు అనగా పైనుంచి క్రిందకి నీటిలోనికి చూచినప్పుడు ఆ నీరు ఉండవలసినంత నిర్మలంగానూ లోతుగానూ కనుక ఉన్నట్టయితే నీటి అణువులకుగల ఆయా రంగులను మ్రింగి వేయడం, వెలుతురును వెదజల్లడం అనే రెండు ధర్మాల సమిష్టి ఫలితంగా పరిశుద్ధమైన నీలిరంగులో కనబడుతుంది. అప్పుడది మిక్కిలి నిర్మలమైన ఆకాశ నీలవర్ణంకన్న గాఢమైన నల్లటి నీలిరంగులో ఉంటుంది. ఇలా కాకుండా కవ్వంతో చిలకగా ఘోరిలుతున్నప్పుడు అనగా గాలి బుడగలతో పూర్తిగా నిండి ఉన్నప్పుడు, లేక లోతు తక్కువైన నీటిని చూచినప్పుడు కాంతిని విరజిమ్మే గుణాన్ని చాలావరకు కోల్పోతుంది కనుక, ఆ నీటి రంగు ఆకుపచ్చగానో లేదా ఆకుపచ్చదాయిగల నీలిరంగుగానో ఉంటుంది.

నీటి రంగును గురించి ఇంత వివరంగా వివరించడానికి కారణం, వెలుతురు సహజ ధర్మాలను సోపానరీతిగా నిరూపించడానికే. ఒక వస్తువు ఏదైనా ఒక రంగును స్పష్టంగా చూపుతున్నప్పటికీ అది దానికి సహజవర్ణం కాకపోవచ్చు. నిజానికి దానికి రంగంటూ ఏమీ ఉండకనేపోవచ్చు. ఇందుకు కారణం, దాని ద్వారా ప్రసరించే కాంతివర్ణ పటంలో ఏవో కొన్ని భాగాలను అది హరించివేయడమే. అలాగే నీలాకాశపు వర్ణమూ, సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయసమయాలలో ఆకాశమూ, మేఘాలూ ప్రదర్శించే వింత వింత రంగులూ, సౌరకాంతి పర్ణపటలంలో ముఖ్యంగా హ్రస్వతరంగ దైర్ఘ్యంతో సూక్ష్మద్రవ్య శకలాలు, అణువులవల్ల విరజిమ్మబడే కాంతి జల్లు వెలారేచి వింతరంగులకు మంచి నిదర్శనం. ఈ విధంగా విరజిమ్మబడిన కాంతి నీలింగా కనబడుతుంది. అలా విరజిమ్మబడిన కాంతి రంగు సౌర కాంతి వర్ణ పటంలోని దీర్ఘతరంగాల ద్వారా ప్రధానంగా వ్యక్తమవుతుంది అందుచేత అది పసుపుగానో, పంగపండు ఛాయగానో లేక ఎరుపుగానో ఉంటుంది. ఇవే సూర్యాస్తమయ సమయంలో మనకు కనబడే రంగులు.

ఘామియొక్క వాతావరణంలోని గాలి అణువులవల్లగాని, ఘోరి కణాలవల్లగాని, అంతటా అలముకున్న నీటి ఆవిరివల్లగాని విరజిమ్మబడిన వెలుతురు మూలంగానే దిగ్విలయంవరకు కనిపించే సమస్త దృశ్యాలు. ముఖ్యంగా సుదూర

ప్రదేశాలు. మనకు ఆ యా విధంగా గోచరిస్తున్నాయి. ఎంతో దూరాన ఉన్న వస్తువునుంచి మన కంటికి చేరే కాంతిలో అధికభాగం ఆ వస్తువు నుండి వచ్చేది కాక దానికి, మనకీ మధ్యగా వున్న వాతావరణంవల్ల విరజిమ్మబడినది మాత్రమే. మన దృష్టికీ, దృశ్యానికీ మధ్య యిలా కాంతి విరజిమ్మబడకుండా ఉన్నట్టయితే దూరపు వస్తువులు ఎక్కువ స్పష్టంగా కనిపించే అవకాశం వుంది. "నికార్" కాని, "పోలరాయిడ్" ను గాని తగిన రీతిని కంటిముందుంచుకొని చూచినప్పుడు పెదజల్లు బడిన వెలుతురు ప్రమేయం లేకుండా దూరపు వస్తువు చాలా దాగా కనబడుతుంది. ఇందుకు కారణం ఈ రెండు ఉపకరణాలలో వాతావరణంవల్ల విరజిమ్మబడే వెలుతురులో చాలా భాగాన్ని పరిహరించి వేయడమే. కంటిముం దమర్చబడిన "పరారుణ" అనబడే గాఢమయిన ఎరుపురంగు అద్దపు పొరను మన కంటికిగాని, కెమెరా కంటికిగాని అమర్చి ఉపయోగించడం వల్ల ఇతోధికమైన సత్ఫలితాలు చేకూరుతాయి. చిహ్నదూరపు దృశ్యాలను ఈ విధంగా సుస్పష్టంగా చూడగలగడం అందరికీ తెలిసిన విషయమే.

హిమానీ నదాలలోను, మంచు చరియలలోను పేరుకుపోయిన బ్రహ్మాండ మైన మంచుగడ్డల రంగు చాలావరకు నీచీరంగునే పోలి వుంటుంది. సూర్యకాంతి స్వచ్ఛమైన మంచుగడ్డలోనుంచి ప్రసరించినప్పుడు అది అన్నివైపులకూ చెదరి పోతుందనీ. దాని ప్రసార మార్గం ఆకాశ నీలంలో కనబడుతుందనీ ప్రయోగాత్మకంగా యిజ్ఞపైంది. సూర్యకాంతి వర్ణపటంలోని ఎరుపు వసుపు కిరణాలను ప్రత్యేకించి హరించే గుణం స్వచ్ఛమైన నీటికున్నట్టుగానే మంచుకు సైతం బహుశా ఉండి ఉండవచ్చు. రంగులను హరించడం, కాంతిని చెదరగొట్టడం అనే రెండు గుణాల కలయికవల్ల మంచుమొక్క సాంద్రతనుబట్టి స్వచ్ఛదనాన్నిబట్టి అది లేత ఆకుపచ్చ లగాయితు ముదురు నీలంవరకూ అనేక రంగులలో కనబడుతూ ఉంటుంది.

6. కాంతి - రంగు - వాటి విచిత్రాలు

మనచుట్టూ ఉన్న పరిసరాన్ని గురించి, వస్తువులను గురించి తెలుసుకొనడానికై ప్రకృతి మనకు ప్రసాదించిన అద్భుత సాధనాలలో కాంతిని రంగుని తెలిపే చక్షురింద్రియ జ్ఞానం మిక్కిలి ముఖ్యమయినది. పగటియందు సూర్యుని నుంచి, రాత్రియందు నక్షత్రాల నుంచి ప్రసరించే కాంతి ప్రవాహమే మన పరిసరాన్ని దేదీప్యమానం చేస్తున్నది. ప్రకృతి నిద్రంగా లభించే వాటి వెలుగులతో తృప్తిపొందక తన తెలివి నుపయోగించి రక రకాలయిన కృత్రిమ దీపాలను సృష్టించుకొని మానవుడు రాత్రిని పగలుగా మార్చుకో జూస్తున్నాడు. కేవలం మనచుట్టూ ఉన్న వస్తువులను గుర్తించడానికై మాత్రమే కాక సూర్యకాంతి ఇతరత్రా మన జీవితంలో ఎంతో ముఖ్య పాత్రను నిర్వహిస్తోంది. దాని ప్రస్తావన ఇంకొకసారి. సృష్ట్యాదినుంచి సూర్యుని నుండి నిరంతరాయంగా వెలువడుతున్న మహత్తర శక్తిని చూచి సమస్త మానవజాతి భయవిభ్రాంతమై సూర్యోపాసనకు పూనుకున్నదంటే ఆశ్చర్యమేమున్నది? కాగా సౌరశక్తి మూలమేమిటి? అనే ప్రశ్న సహజంగానే విజ్ఞానుల జిజ్ఞాసకు ప్రాతిపదికయైన ప్రధాన సమస్యలలో ఒకటిగా పరిణమించింది.

వర్ణపట దర్శినితో కాంతిని విశ్లేషించడం ద్వారా కాంతి స్వరూప స్వభావా లను అవగాహన చేసుకోవానికి కృషి ప్రారంభమైంది. ఈ వర్ణపటదర్శిని సూర్య కాంతిని స్ల్లాటి నిలుపు గీతలతో చూడిన వర్ణపటంగా విశ్లేషించుతుంది. దీనిలో రంగులు అన్నీ అనేక ఛాయాభేదాలతో ఈ చివరనుంచి ఆ చివరకు పూర్తిగా విస్తరించి వుంటాయి. ఒక చివర ఊదారంగుతో ప్రారంభమై రెండో చివరనున్న ఎరుపు రంగుతో ఆఖరయ్యే సూర్యపటంలో కానవచ్చే ఏదై లేక నూరు వరకు ఉండే వర్ణభేదాలను ఛాయాభేదాలను అనుభవజ్ఞులు అతి సులువుగా గుర్తించ గలరు.

తెల్లగా కనబడే కాంతిపుంజం వస్తుతః అనేక రంగులతో కూడినదని వర్ణపటదర్శిని మనకు తెలియపరుస్తోంది. వెలుతురు స్వరూప స్వభావములను స్పష్టముగా నిర్వచించడానికే మనం వర్ణచిత్రంలో నుంచి సాధ్యమైనంత మిక్కిలి సన్నని పేలికను తీసుకోవాలి. ఇది సుమారు ఒక్కటే వర్ణంలో పుంటుంది. కనుక "ఏకవర్ణ కాంతి" అనడం సమంజసం. కొన్ని వాయువులనూ కొన్ని లోహముల తాలూకు ఆవిరులను విద్యుత్ ప్రసారము వలన ఉద్దేకింప చేసినప్పుడు వెలువడే కాంతి ప్రసారంలో వివిధమైన "ఏకవర్ణ కాంతులు" సులువుగా లభ్యమవుతాయి. పెద్ద పట్టణాలలో పీదులకు అలంకారప్రాయంగా ఉండడమే కాకుండా వెన్నెల వెలుగులను విరజిమ్మే పాదరసపు ఆవిరి దీపాల కాంతిని, సోడియం ఆవిరి దీపాల కాంతిని వర్ణపట దర్శినితో విశ్లేషించి చూచినప్పుడు స్పష్టమైన ఏకవర్ణపు కాంతి కిరణాలు అంటే వర్ణచిత్రంలో మెరిసిపోతూవుండే సన్నని తేజోరేఖలు స్వల్ప సంఖ్యలో వాటి నుంచి ప్రసారం అవుతున్నట్లు కనిపిస్తుంది.

నభోంతరాళంలో ప్రసరించే ఏకవర్ణ కాంతి గమనపథం నిశ్చితమైన తరంగదైర్ఘ్యము, పౌనః పున్యముకల చల తరంగంగా వ్యక్తమవుతుందని పెక్కు భౌతిక ప్రయోగాలవల్ల నిర్ణయమైంది. నిర్మలాకాళంలో పయనించే కాంతి వేగం రేడియో ప్రసార కేంద్రాల నుంచి వెలువడే విద్యుదయస్కాంత తరంగాలవేగంతో సమానం మనం కాంతి అని నిర్వచించేది, నిజానికి విద్యుదయస్కాంత ప్రసారమే అనడానికి యిది తగిన నిదర్శనం. అయితే దీని తరంగ దైర్ఘ్యం మన కంటికి కనిపించే కాంతియొక్క వర్ణపటంలో క్రమ క్రమంగా మారిపోతూ వుంటుంది. రేడియో ప్రసారంలో ఉపయోగించే అత్యంత హ్రస్వతమ తరంగాల తరంగదైర్ఘ్యంలో స్వల్పతమ భాగంలో సమంగా యీ మార్పు జరుగుతూ వుంటుంది. వర్ణచిత్రంలోని వివిధముయిన ఏకవర్ణపు కిరణాలకు తుల్యమయిన విద్యుదయస్కాంత తరంగాల దైర్ఘ్యంలోను, పౌనః పున్యంలోను గల భేదమే రంగుల భౌతిక రూపానికి ఆధారం.

మన కంటికి గోచరించే వర్ణచిత్రాన్ని ఒక చివర వుండే ఎరుపు నుంచి రెండవ చివరను వుండే ఊదారంగు వరకూ పరిశీలించి చూచినప్పుడు వాటి తరంగదైర్ఘ్యం సుమారు 7,000 నుంచి సుమారు 4,000 'ఆంగ్స్ట్రామ్' యూనిట్లవరకు తగ్గిపోతు కనబడుతుంది. 'ఆంగ్స్ట్రామ్' యూనిట్ అంటే ఒక సెంటీ మీటరులో పదికోట్ల వంతు. విద్యుదయస్కాంత ప్రసారంతో వ్యక్తమయ్యే అసంఖ్యాక

తరంగశ్రేణిలో మనకంటికి కనిపించే కాంతి ఒక చిన్న పేలిక మాత్రమే అని తెలుస్తుంది; ఏద్యుదయస్కాంత వర్ణచిత్రంలో యింత స్వల్పపరిమితి మాత్రమే, కాంతి రూపంలో మనకెందుకు కనబడుతున్నదనే ప్రశ్న రావడం సహజమే. ఈ ప్రశ్నకు జవాబు మనకు కాంతినిచ్చే ప్రధాన స్వయం ప్రకాశక మూర్తియైన సూర్యకిరణ ప్రసారముల పరిశీలనలో లభించవచ్చు ననుచుంటున్నాను. సూర్యకాంతి వర్ణపటం మన కంటికి కనిపించే భాగానికి ఈ వైపున వున్న దీర్ఘ తరంగాలనూ, ఆ వైపున వున్న హ్రస్వ తరంగాలను కూడా దాటి ఇరువైపులకూ చాలా దూరం విస్తరించి దని పౌర ప్రసారాల స్వభావాన్ని పరీక్షించినప్పుడు తేలింది. కాని భూమి మీది వాతావరణం సూర్య ప్రసారాన్ని అటూ, యిటూ రెండువైపులా ఆవరించడం చేతనే సూర్యకాంతి వర్ణచిత్రం యొక్క సమగ్ర స్వరూపం పూర్తిగా మనకు కనబడకుండా కనిపించినంతమేరకే పరిమితమైపోతోంది. వర్ణచిత్రంలో కానవచ్చే సౌరశక్తి వ్యాప్తి సూర్యోపరితలపు నిజ ఉష్ణోగ్రతనుబట్టి నిర్ణయమవుతుంది. ఇది సుమారు 5,500 సెంటీగ్రేడ్ డిగ్రీ లుండవచ్చు. ఇంతే వేడిగా ఉండేది దేని నుండైనా వెలువడే ఉష్ణప్రసార రేఖల చిత్రాన్ని చూచినప్పుడు, తరంగ దైర్ఘ్యం తగ్గినకొలదీ రేఖ కొంచెం త్వరగా పెక్కి సాగుతుందని, ఈ తరంగ దైర్ఘ్యం సుమారు 5.500 ఆంగ్స్ట్రామ్ యూనిట్లకు చేరుకున్నచోట శిఖరాన్ని చేరుతుందనీ, తరువాత తరంగ దైర్ఘ్యం హ్రస్వమైనకొలదీ రేఖ త్వరగా వలిపోతుందనీ తెలుస్తుంది. సమాన శక్తిమంతములైన తేజో మూర్తులనుండి ప్రసారమయ్యే కాంతి రేఖలను మనకన్ను గ్రహించగల తీరును రేఖను గీస్తే సుమారు 5,500 ఆంగ్స్ట్రామ్ యూనిట్ల తరంగ దైర్ఘ్యపు పరిసరాలలోనే మనకు గరిష్ట దృష్టి కలుగుతున్నదని కనిపెట్టగలము. ఈ విధంగా అన్నింటికంటే ఎక్కువగా గరిష్టదృష్టి కలిగే ప్రాంతమూ, సూర్యకాంతి వర్ణచిత్రంలో గరిష్టశక్తి కేంద్రీకృతమైన ప్రాంతమూ కూడా ఒకటే కావడం కేవలం యాదృచ్ఛికం కాదు. ఒకవేళ యాదృచ్ఛికమే అయినట్లయితే అది అత్యచుిత సంఘటన అనే చెప్పాలి. నిజానికి తీవ్రకోటి సుదీర్ఘ పరిణామంలో సూర్యకాంతి ప్రసారంవల్ల మారుమూల వచ్చిన సమస్త దృశ్యాలను గ్రహించడానికి వీలుగా మన చక్షురింద్రియం వికసించిందని భావించడమే సమంజసం. మన కంటిచూపువలన వెలుతురును గ్రహించగల గడం మాత్రమే కాకుండా, మన పరిసరాల గురించి కూడా చాలా వరకు సరిగానే గ్రహించగలగుతున్నాం. మన చుట్టూ వున్న వస్తువు లన్నింటిని వాటి పొడవు,

వెడల్పు, ఎత్తు వగైరా మూడు పరిమాణాలతోసహా సమగ్ర చిత్రాన్ని గ్రహించ గలగడం దూరంగా గాని, దగ్గరగా గాని కావలసినచోట దృష్టిని కేంద్రీకరించ గల గడం మన కంటికి గల విశిష్ట లక్షణాలు. కన్ను వెనుక భాగమందున్న సూక్ష్మ గ్రహణ శక్తిగల ఆక్షికము (రెటినా) అనబడే తెరమీద ప్రతిబింబాన్ని కేంద్రీక రింప జేయగలిగేటట్టు దృగ్మంత్రంవలె మన కన్ను నిర్మించబడడం వల్లనే దానికి విశిష్టతలు కలుగుతున్నాయి. మనకు కండ్లు రెండుండడం చేత, అవి సృష్టించే ఆక్షిక ప్రతిబింబాలలో ఈ ప్రచ్ఛేదము ఉండడచేత, ప్రతీదీ మూడు పరిమాణాలలో స్పష్టంగా కనబడుతోంది. అయితే మన రెండు కండ్ల ఆక్షికముల మీదా దాహ్య ప్రపంచం యొక్క ప్రతిబింబాలు కొంచెం తేడాతో వేరువేరుగా పడుతున్నప్పటికీ, అవి రెండూ రెండు విభిన్న దృశ్యాలుగా కాక ఒకటిగానే కనుపించడం. అది ఒకటే అనే నిశ్చితజ్ఞానాన్ని కలిగించడం గురించి ఆలోచించిన కొలదీ అద్భుతంగా ఉంటుంది. అలాగే దూరంగా గాని, దగ్గరగా గాని ఉన్న వస్తువు లేదా వస్తువుల మీద దృష్టిని పూర్తిగా కేంద్రీకరించ గలగడం, వాటి స్వరూపాలను వివరంగా పరిశీలించ గలగడంవంటి అద్భుత లక్షణాలను బట్టి, మన చక్షురింద్రియం ఎప్పటి కప్పుడు అవసరానికి తగినట్లుగా తాత్కాలికంగా, తనంత తానుగా ఎలా మారుతూ ఉంటుందో తెలుసుకోవచ్చు.

మన పరిసరాలలో కానవచ్చే కాంతిలో విస్తారమైన హెచ్చుతగ్గులకు అను కూలంగా సర్దుచాటు చేసుకుని, తదనుగుణంగా ప్రవర్తించ గలగడం మన చక్షు రింద్రియానికి గల అద్భుతమైన గుణాలలో ఒకటి. ఆరుబయట తీక్షణంగా ఉన్న ఎండలో నుంచి మనక వెలుతురు గల ఇంటి లోపలికి ప్రవేశించి సస్పండు, వెలు టుట సదిలక్షావంతుకు తగ్గిపోవచ్చు. అయితే అంత ఆకస్మికంగా వెలుతురు తగ్గి పోవడం చేత కంటికి ఒకవేళ దాదా కలిగినా అది క్షణికమైనది మాత్రమే. త్వరలోనే ఆ మనక వెలుతురుకి మన కన్ను అలవాటుపడిపోతుంది. చీకటిలో కొంత సేపు పిత్రాంతి చెందిన తరువాత, మొట్టమొదట కనిపించని వస్తువులు ప్రకాశవంతంగా కనిపిస్తాయి. అన్నీ అనుకూలమైన స్థితిలో మానవ నేత్రాలకుగల సూక్ష్మగ్రహణ శక్తి ఎంతో అద్భుతజనికంగా ఉంటుంది.

మనం ఉండే ఈ ప్రపంచం కేవలం తెలుపు, నలుపు, బూడిద రంగులతో మాత్రం నిండివుంటే ఏమీ ఉత్సాహకరంగా ఉండదు. పరిసరాలను బట్టి మనకు కలిగే ఆనందం రకరకాల రంగులలోని భేదాలను మెచ్చుకోగల మన విచక్షణాశక్తి

వలన ఇనుమడిస్తుంది. సూర్యకాంతి వర్ణచిత్రంలో వివిధభాగాలకు సంబంధించిన తరంగ దైర్ఘ్యంలో కల తేడాలే రంగుకు ఆధారమని ఇదివరకే వివరించాను. అయితే ఈ నిర్వచనం మనలో వాస్తవమైన వర్ణపరిజ్ఞానానికి సంబంధించిన అనుభూతిలో స్వల్పభాగానికి మాత్రమే వర్తిస్తుంది. తరంగ దైర్ఘ్యంలో గల అతి స్వల్పమైన మార్పులు రావడం వలన మన కంటికి విభిన్నమూ, విస్పష్టమూ అయిన వర్ణ విచక్షణాశక్తి ఎలా కలుగుతుందన్నది ఎంతో ఆసక్తిజనకమైన ప్రశ్న. ఈ విధంగా వర్ణవిభేదాలను గుర్తించే శక్తి మన కంటికి ఉండడానికి కారణం మన శరీరంలో దాని నిర్మాణ వైచిత్ర్యం అంటే ఆశ్చర్యం కలుగవచ్చు. నిత్యానుభవంలో వర్ణచిత్రంలోని ఏకవర్ణచ్ఛాయలను గురించి మనం అంతగా పట్టించుకోకునే సంగతిని ఈ సందర్భంలో మనం గమనించవలసివుంది. ఒక వస్తువు అనేక రంగులలో ఉన్నట్టు కనబడినప్పటికీ, వర్ణపట దర్శినితో పరీక్షించినప్పుడు వర్ణచిత్రంలోని అన్నిరంగులూ దానిలో కనపడవచ్చు. దీనికి సరియైన ఉదాహరణ ఆహారంయొక్క నీలిరంగు. రంగు అనేది చురుగ్బిందీయనుభూతి. ఇది మామూలు తెల్లనికాంతి తాలూకు వర్ణపటంలో కానవచ్చే సాంద్రతకూ, మరొక వర్ణపటంలో కానవచ్చే కాంతి సాంద్రతకూ, చుద్య ఉండే తారతమ్యమేమిటా దానిపైబడుతోంది.

రంగు అనేది ఇంద్రియానుభూతి అనే దావంతో పరిశీలించడం ఎంతో ఆసక్తి కరమైన విషయం. పైగా ఇట్టి పరిశీలన ఎంతో ఉపయోగకరమైనదికూడా. రంగుల స్వరూప స్వభావాలకు సంబంధించిన పరిశీలనలో వెల్లడైన అనేక వైజ్ఞానిక సత్యాలకు సరియైన ఉదాహరణలుగా ఈ క్రిందివానిని పేర్కొనవచ్చు. వర్ణచిత్రంలోని ఎరుపురంగుతో ఆకుపచ్చని రంగును కలిపి పసుపురంగును సృష్టించవచ్చు. వర్ణ చిత్రంలోని పసుపురంగు నూరుపాళ్ళకు వర్ణచిత్రంలోని ఊదా రంగు ఒకపాలు వంతున కలిపి తెల్లటి కాంతిని సృష్టించవచ్చు. వర్ణ చిత్రంలోని ప్రధాన వర్ణములైన ఎరుపు, ఆకుపచ్చ, నీలిమ రేత ఊదా రంగులను ఉచిత రీతిని సంపుటికరించి రక రకాల రంగులు ఎన్నింటినైనా సృష్టించవచ్చు. ప్రమాణములైన, ప్రధాన వర్ణముల తరంగ దైర్ఘ్యములను చాలావరకు మార్చివేయవచ్చు. అవి ఏకవర్ణ కిరణములుగా కాకుండా, వర్ణ చిత్రంలో ఎక్కువ వెడల్పుయిన భాగముగానూ ఉండవచ్చు.

బ్రాంతి అనీ, కంటికి అలసట అనీ సాచారణంగా వ్యవహరించబడే దృష్టి విశేషాలగురించి తెలుసుకోకపోతే, కాంతిని గురించి, రంగులను గురించి ఎంత చెప్పినా చెప్పవలసిన చంతా పూర్తిగా చెప్పినట్లుకాదు. అనేక రకములైన తేజో మూర్తులను, లేదా రంగు వస్తువులను చూసినప్పుడు మనకు కలిగే చక్షురింద్రియానుభూతికి ఇవి ఎంతగానో తోడ్పడుతాయి. అలాగే రకరకాలైన రంగులను ఒక దాని సరసనే, మరొక దానిని ఉంచి చూచినప్పుడు కనబడే తేడాలు, పొందిక, వైరుధ్యపు విశేషాలను నిర్ణయించడంలోనూ, సుందర వస్తు సందర్భానుభూతిని కలిగించడంలోనూ కూడా ఇవి ఎంతో తోడ్పడుతాయి.

సహజమైన దృష్టిగలవారు రంగు భేదములను స్పష్టంగా గుర్తించగలరు. కాని కొందరు చురదృష్టవంతులు అట్టి వర్ణ విచక్షణాశక్తిని కోల్పోతారు. అది రంగులను చూడలేని, చూసినా గుర్తించలేని గుడ్డితనం. ఈ విధంగా రంగులను గుర్తించలేకపోవడం కొన్ని విధములైన ఉద్యోగములలో చాలా ప్రమాదకరం కూడాను. కనుకనే ఈ వ్యాధిని గురించి బహుశ్రద్ధగా పరిశీలన జరుగుతూ ఉంది. ఇట్టి పరిశీలనవల్ల మామూలు కంటికి రంగులు ఎందుకు కనబడతాయి అన్న విషయాన్ని గురించి కూడా అనేక ముఖ్య విశేషాలు వెల్లడికాగలవు.

వెలుతురు పడటంవలన కంటిలో కలిగే మార్పులగురించి విపుల పరిశోధనలు ఇటీవల కొన్ని సంవత్సరాలుగా జరుగుతున్నాయి. అందువల్ల వెల్లడైన వైజ్ఞానిక సత్యాలన్నింటినీ క్రోడీకరించి చాక్షుశాస్త్ర సిద్ధాంతములను రూపొందించటానికి సైతం తగు ప్రయత్నాలు జరుగుతున్నాయి. మన కంటిలో 'రెటీనా' అనబడే తెరను గురించి, ఇంతవరకూ తెలిసిన వైజ్ఞానిక సత్యాలమీదనూ తమ మీద పడే వెలుతురును హరించడం ద్వారా తత్కాలికమైన రసాయనిక మార్పులకు గురి అయ్యే రంగు ద్రవ్యములు కొన్ని ఈ తెరలో కలవన్న ఊహకు ఆధారమైన ఇతర వైజ్ఞానిక సత్యాలమీదనూ ఈ చాక్షుశాస్త్ర సిద్ధాంతాలు ఎక్కువగా ఆధారపడి ఉన్నాయి. ఉత్తమశ్రేణికి చెందిన జంతువుల కన్నులలోని ఆక్షికములలో ఉండే నరముల కడ్డిలనుంచి 'విజువల్ పర్సర్' అనబడే రంగును వేరుచేయవచ్చునని, ఆ రంగు ద్రావణం తీక్షణ కాంతి ప్రసారంవల్ల తెల్లబడిపోతుందని ప్రయోగాత్మకంగా ఋజువైంది. దాని ఆధారంగా శారీరక తేజశ్శాస్త్ర విభాగంలో కొన్ని కొత్త సిద్ధాంతాలు ప్రతిపాదించబడ్డాయి.

7. కాంతి, రంగు - శాస్త్రము, పరిశ్రమ

వేకువనే నిద్రించుచుండిరేచి, పగలల్లా పనిచేసి చీకటి పడువేళకు చెట్టుకొమ్మలను చేరి నిద్రించే పక్షులలాగా ఇల్లు చేరడం, మనం దినచర్యను దివ్యంగా ఏర్పాటు చేసుకునే విధానం అయితే కావచ్చు కాని, ఇట్టి జీవిత విధానాన్నే నిత్యం ఆవరించుకొంటుంటే ఎంతటి గుండె దైర్యం కల నియంత అయినా శాసించడానికి సాహసించగలడా అని నా సందేహం. నిర్మలమైన సూర్యరశ్మి పగలు పన్నెందు గంటలూ పుష్కలంగా లభించే ఉష్ణమండల ప్రదేశములలో నివసించే వారికి ఇట్టి జీవిత క్రమం ఒకవేళ సరిపడితే సరిపోవచ్చునేమో, కాని ఉత్తర దేశంలో దీన్ని అనుసరించడం ఎంతమాత్రం సాధ్యకాదు. ఇంక ద్రువమండలముల మాట సరే సరి. అక్కడ పూర్తి అరుమాసాలపాటు సూర్యుడు అసలే కనిపించడు. కాని ద్రువ కాంతలు మాత్రం ఆ భూభాగాలను ఎడతెగని చీకటి నుంచి రక్షిస్తూ ఉంటాయి. మానవుడు మంచికో, చెడ్డకో ఎందుకైతేనేమి తాను పనిచేసే కాలం పొడిగించుకొనడానికై తనకు చేతనైన రీతిగా కాంతి వంతమైన దీపాలను నిర్మించు కుంటున్నాడు. ఇట్టి కృతక దీపాలలో అతి పురాతనమైనవి మంటలూ, కాగడాలున్నూ. వెలుతురుతోపాటు లభించే వేడిమి శీతల ప్రాంతాలలో మిక్కిలి సమపాదంగా ఉండడం సహజమే. నిజానికి ఆర్యుల మత చిహ్నమైన అగ్ని పూజ మంచుమగుమైన ఉత్తర సీమలలో ఆర్యుల పూర్వులు నివసించిన నాటిదని భావన.

యుగ యుగాలుగా కృతకంగా దీపాలను నిర్మించే కృషిలో మానవులు ఎలా కృతకృత్యులవుతూ వచ్చారో చెప్పాలంటే చాలా చెప్పవచ్చు. కమనీయమైన కంచు సెమ్మలలో అందంగా వెలిగే అముదపు దీపాలు మన కందరకూ తెలిసినవే. అయితే అవి ఇప్పుడు వాడుకలో లేకుండా ఏదో మూలను పడి వున్నాయనుకోండి. అది వేరే విషయం. ఆ పాత పద్ధతులు అన్నీ ఇప్పుడు పోయాయి.

వాటి స్థానే ఎన్నో రకరకాల కొత్తవన్నీ వాడుకలోకి వచ్చాయి. కిరసనాయిలు దీపాలు. గ్యాస్ లైట్లు, బొగ్గు తీగ విద్యుద్దీపాలు; లోహపు తీగ విద్యుద్దీపాలు, వాయువుతో నిండిన విద్యుద్దీపాలు, తక్కువ ఒత్తిడి పాదరసపు ఆర్కుదీపాలు, ఎక్కువ ఒత్తిడి పాదరసపు ఆర్కుదీపాలు, నియాన్ దీపాలు, సోడియమ్ దీపాలు వగైరా అన్నీ ఈ కోవకు చెందినవే.

దీపం ఉపయోగం గురించి ఆలోచించేటప్పుడు అనేక విషయాలను గమనించవలసి ఉంది. మన దుస్తులూ, ముఖవర్చస్సూ, దేహచ్ఛాయ పగటి వెలుతురులో ఒక విధంగాను. కృత్రిమ దీపకాంతులలో మరొక విధంగానూ చాలా తేడాగా కనిపిస్తాయి. అయితే ఇందువల్ల కొంత లాభం లేకపోలేదని ప్రీల కందరకూ తెలిసిన విషయమే; ఆ సంగతిని వారెప్పుడూ మరచిపోరుకూడా. కేవలం ఉపయోగాన్ని బట్టి చూస్తే అన్ని విధాలా పగటి వెలుతురును పోలిఉండే కాంతిని ఇచ్చే కృత్రిమ దీపం చాలా ప్రశస్తమైంది. అలాగే కంటికి హాయిగా ఉండాలంటే కృత్రిమ దీపకాంతి పగటి వెలుతురువలెనే బాగా చెదిరిపోయినట్లు ఉండడం మిక్కిలి అవసరం. కడు తీక్షణమైన దీపకాంతి విశేషంగా కేంద్రీకరింపబడి ఉన్న గదిలోకి ప్రవేశించినప్పుడు కండ్లు మిరుమిట్లు కమ్మి చాలా బాధపడతాయి. నిజానికి ఆ బాధకంటే ఎక్కువైన బాధ మరొకటిలేదు. 'దీపాలచుట్టూ గోళాకారపు ఆచ్ఛాదనలు, వెలుతురును చెదరగొట్టడానికి అమర్చుకునే అన్ని రకాల ఆచ్ఛాదనలూ కంటికి ఇట్టి బాధలేకుండా కనీసం పగటి వెలుతురంత సుఖంగానైనా ఉండేట్లు చేయడానికై ఉద్దేశించబడ్డాయి. జాగ్రత్తగా ఆలోచించి తగు మాత్రంగా రంగును కృతక దీపాలలో చేర్చడంవల్ల-అలా చేర్చవచ్చుకూడా-సుందరదృశ్యా లెన్నింటినో సృష్టించవచ్చు.

పూతన పద్ధతుల ప్రకారం వెలుతురుతోబాటు వేడి కూడా లభిస్తుందని లోగడనే మనవి చేశాను. కాని ఇందులో వ్యర్థమైపోయే దెక్కువ. ఒక వస్తువు యొక్క ఉష్ణోగ్రత బాగా పెరిగినప్పుడు అది కాంతివంతమై వెలుగును విరజిమ్ముతుంది. ఉష్ణోగ్రతతో బాటుగానే కాంతి కూడా ఎక్కువవుతుంది. వేడికూడా ఎక్కువగానే ఉత్పత్తి అవుతుంది. కాని ఉష్ణోగ్రత పెరిగినకొలది వెలుతురుకీ, వేడికీ మధ్య నిష్పత్తికూడా పెరుగుతుంది. తేజోమూర్తినుండి ప్రసారమయ్యే యావత్తు శక్తి కనబడే వర్ణచిత్రపు కిరణాలలోనే కేంద్రీకృతమయ్యే దీపమే ఆదర్శప్రాయమైన దీపం. ఇందులో అనవసరంగా వేడిమి రూపంలో శక్తి

అసలేమీ వ్యర్థంకాదు. అసలు వేడి ఏమీలేకుండా పూర్తిగా వెలుతురును మాత్రమే ప్రసారం చేస్తుందని చెప్పబడే మియగురు పురుగును పోలినట్టి దీపం ఆదర్శ ప్రాయమైనదిగా నిర్వచించబడింది. స్వయం ప్రకాశములై తమ సహజ కాంతితో పరిసరములను సైతం వెలిగించే రకరకాల జీవులు చాలా ఉన్నాయి. అసగా సముద్రములయొక్క, మహా సముద్రములయొక్క అట్టడుగున జీవజ్యోతులు అనబడే జల జంతువులు ఎన్నో నివసిస్తున్నాయి. ఈ జీవజ్యోతుల వర్గానికి చెందిన జంతువులు అట్టి కాంతిని ఎలా ప్రసారం చేస్తున్నాయి అనే విషయాన్ని గురించి ఇటీవల కొలది సంవత్సరాలుగా విపుల పరిశోధన జరుగుతోంది. సముద్ర గర్భంలో నివసించే స్వయం ప్రకాశకమైన జీవజ్యోతుల వర్గానికి చెందిన చేపలను అనుకరించి రసాయనిక విధానాలతో ఒక కృతక దీపాన్ని వైజ్ఞానికులు సృష్టించగలరనడంలో సందేహం లేదు. ఏమంటే, వేడి లేకుండా వెలుతురును మాత్రమే ఇవ్వగలిగిన యాగికాలు ఇప్పుడు అందుబాటులో లేకపోలేదు. మనకు తెలిసినంతవరకు ఆదర్శ దీపం అన్న నిర్వచనానికి సరిపడగల ఉదాహరణ స్వయం ప్రకాశకత్వం (ల్యూమినెన్స్) లక్షణంలో లభిస్తుంది. “జిప్పమ్”ను భస్మం చేసినప్పుడు చీకట్లో ప్రకాశించే చిత్రమైన గుణంగల పదార్థంగా మారుతుందని ‘టొలోనా’లో గొడారి పని వాచాకడు కనిపెట్టాడు. వైజ్ఞానిక విశేషంగా భావించి దాని స్వరూప స్వభావాలను తెలుసుకోవాలనే కోరికతో ఎన్నో పరిశోధనలను ఎంతమందో సాగించారు. ల్యూమినెన్స్ అనే స్వయం ప్రకాశక లక్షణాన్ని గురించి దానిని కృతకంగా సృష్టించే విధానాలను గురించి ఎన్నో విషయాలు ఈ పరిశీలనవలన మనకు అందుబాటులోకి వచ్చాయి. కేవలం వేడిచేయడం వల్లనే ఒక వస్తువునుంచి వెలువడే కాంతికంటే దాని వర్ణ చిత్రపు నిర్ణీత శ్రేణిలో ఎక్కువ కాంతిని ప్రసారం చేయగల దానిని ‘ల్యూమినెంట్’ అంటారు. ఈ ల్యూమినెన్స్ అనే లక్షణం అనేక విధాలుగా వ్యక్తం కావచ్చు. అతి నీల రోహిత కాంతి ప్రసారంద్వారా దీనిని వ్యక్తం చేయడం బాగా వాడుకలో ఉన్న విధానం. నీల వజ్రాలను అదృశ్యమైన అతి నీలరోహితకాంతిలో ఉంచినప్పుడు అవి మెరుస్తూ కనిపించడం ఇందుకు ఒక మంచి ఉదాహరణ. ఇలాంటి వజ్రం నా దగ్గర ఒకటుంది. చీకటి గదిలో దానిపై అదృశ్యమైన అతి నీలరోహిత కాంతిని ప్రసరించినప్పుడు దానినుంచి ప్రసారమయ్యే వెలుగులో వార్తా పత్రికను దానికి దగ్గరగా ఉంచి చక్కగా చదువుకోవచ్చు.

తగు జాగ్రత్తగా ఎంచిన వస్తువులు పెక్కింటిని మెరిసేటట్లు చేయడానికి ఇతర మార్గాలుకూడా చాలా ఉన్నాయి. ఎలెక్ట్రానుల ప్రవాహముచేత, లేదా కెథోడ్ కిరణాలచేత తాపించడం ఒక పద్ధతి. అలాగే ఎక్స్ కిరణాల ప్రభావం వల్ల అనేక ద్రవ్యాలలో ఇలాంటి గుణమే కలుగుతుంది. లేడియా ఛార్మికశక్తిగల ద్రవ్యాలనుంచి ప్రసారమయ్యే కిరణాలలో తాపించునట్లును కూడా కొన్ని కాలమున పదార్థాలలో ల్యూమినెన్స్ ప్రేరేపింపబడి అవి మెరుస్తాయి. ఇలాంటి వాటిని మంచి ఉదాహరణ యవద గంధవిడం (జింక్ సల్ఫైడ్). స్థూలంగా చూచినప్పుడు ల్యూమినెన్స్ లో రెండు కాలాలున్నట్లు ద్యోతక మవుతుంది. అందులో మొదటిది ప్రేరేపణ జరుగుతున్నంతసేపు కాంతి ప్రసార మవుతుండడం. దీన్ని 'ఫ్లూరెస్సెన్స్' అంటారు. ఇక బాన్సరద్యుతి (ఫాస్ఫారిస్) అనబడే రెండవ రకం. ఇది ప్రేరేపణ ఆగిన తరువాత ఉండే ప్రసారం. దీని వల్ల ప్రేరేపణ పొందిన వస్తువు చీకట్లో కొంతసేపు ప్రకాశిస్తుంది. ప్రేరేపణ జరిగిన కాలంలో కూడబెట్టుకున్న శక్తిని అప్పుడు నెమ్మది నెమ్మదిగా వదిలి పెడుతుంది. కొంతకాలం అయిన తరువాత బాన్సరద్యుతినిచ్చే ప్రతి వస్తువుకూడా తిరిగి ప్రేరేపింపబడితే అప్పు ప్రకాశించడం మానివేస్తుంది.

గతించిన ఒకటి రెండు దశాబ్దాలలో ల్యూమినెన్స్ మొక్క ఉపయోగం బహుముఖాల, బహువిధాల విస్తరించింది. వీటిలో ముఖ్యంగా చెప్పదగింది ఫ్లూరెస్సెంట్ దీపాల అభివృద్ధి. ఇవి ప్రధానంగా విద్యుత్ప్రవాహ భరితమైన గాజుగొట్టాలు. ఈ గొట్టాలలోపలి భాగం అంతా పారదర్శకమైన 'ల్యూమినెస్సెంట్' పదార్థం పల్చగా పూయబడి వుంటుంది. ఈ విద్యుత్ప్రవాహంవల్ల ఉద్భవించే అవ్యశ్యమైన అతి నీలలోహిత కాంతిని ఈ పూత దృశ్యమానమైన వెలుతురుగా మారుస్తుంది. ప్రస్తుతం ఇలాంటి దీపాలు చాలాచోట్ల వాడుకలో ఉన్నాయి. ఈ దీపాల విషయంలో కొన్ని లోబుపాట్లువున్నా అమృతంగా పని చేసేవి కాబట్టి, ముందు ముందు దీపాలంకార విన్యాసాలలో ఇవి ఇతోధికంగా ఉపయోగపడగలవు.

కెథోడ్ కిరణ ప్రసారంవలనగాని, ఎలెక్ట్రాన్ల ప్రవాహంవలన తాపి జరిపినప్పుడు ప్రేరేపింపబడిన 'ల్యూమినెన్స్'కు ప్రత్యేకోపయోగా లెన్నో ఉన్నాయి. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ టెలివిజన్ రిసీవర్. ఎలెక్ట్రాన్ సూక్ష్మ దర్శిని మున్నగు వైజ్ఞానిక పరికరాలలో విశేషంగా ఉపయోగపడే 'కెథోడ్ రే

అసిలో గ్రాఫ్.' ఈ వైజ్ఞానిక పరికరాలలో ఉండే మెరిసే తెరలు రాను రాను మరింత సున్నితంగా, సమర్థంగా, ప్రయోజనకరంగా ఉండేటట్టు తీర్చిదిద్దబడు తున్నాయి. టెలివిజన్ వ్యాప్తి వృద్ధి అయినకొలదీ వాటిలో ఇతోధికమైన అభి వృద్ధి మునుక్కుండు తప్పక ఉంటుంది. "ల్యూమినెస్సెంట్ పెయింట్స్" అనబడే చీకటిలో మెరిసే రంగుల ఉపయోగాలు అనేకం. వీటిలో ఫ్లోరోస్సెంట్ అనీ, ఫాస్ఫోరెస్సెంట్ అనీ రెండు రకాలున్నాయి. తలుపులమీద, మెట్లదగ్గర, ప్రమా దకరమైన మలుపు లున్నచోట్లా చీకటిలో. ప్రయాణీకులను హెచ్చరించడానికి గాను చీకటిలో చక్కగా మెరిసే ఈ ఫాస్ఫోరెస్సెంట్ రంగులతో చిహ్నాలను తయారుచేసి అమర్చుతారు. ఇట్టి రంగులను వాడడంవల్ల- వాటి పరిసరాలలో అస వసరంగా దీపాలను వెలిగించి పెట్టవలసిన శ్రమ లేకుండాపోతుంది.

ఈ విధంగా చీకటిలో మెరిసేటట్టు ప్రేరేపింప వీరైన శుద్ధ రసాయన ద్రవ్యాలు కొన్ని లేకపోలేదు. అయితే అపరిశుద్ధమైన, అన్య ద్రవ్యాలు కలిసిన యోగికాలు కూడా చాలా ఉన్నాయి. ఇలాంటివాటిలో మెరిసే గుణం అందులో చేరిన అన్యద్రవ్యం నిష్పత్తినిబట్టి మారుతూ ఉంటుంది. కొన్ని కొన్నింటిలో ఈ అన్యద్రవ్యాలు లవలేశంగా ఉన్నప్పటికీ, చీకటిలో మెరిసే గుణం ఎక్కువ గానే ఉంటుంది. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ ఎర్రగా మెరిసే కెంపు. ఇందుకు కారణం కెంపులో ముఖ్యంగా ఉండే స్ఫటిక స్వభావం కల 'ఎల్యూమినా'లో చేరిన అపరిశుద్ధ అన్యద్రవ్యం 'క్రోమిక్ ఆక్సైడ్' మాత్రమే. మూలద్రవ్యంతో కలిసిన అపరిశుద్ధ అన్యద్రవ్యం లేదా, అన్యద్రవ్యాల స్వభావాన్ని, పరిమితిని తగు విధంగా మార్చడం చేతనూ, ఈ మెరిసే గుణం మొక్క రంగునీ, తీవ్ర తనూ, ప్రమాణాన్ని, పరిమాణాన్ని, ప్రేరేపణనూ నిలిపివేసిన తరువాత ప్రసార పరిమితినికూడా పూర్తిగా మార్చవచ్చును. మూలద్రవ్యంలో అపరిశుద్ధమైన అన్య ద్రవ్యంగా నికిల్ లోహం లవలేశంగా కలిసినప్పటికీ 'ఫ్లోరోస్సెన్స్'లో ఏమీ మార్పు లేకుండానే భాస్వరద్యుతి మాత్రం పూర్తిగా సజించిపోతుందని వైజ్ఞాని కులు కనుగొనగలగడం అత్యాశ్చర్యకరం. ఇది బహుళ ప్రయోజనకారి అయిన విశేషం: ఒక ఉదాహరణ: టెలివిజన్ రిసీవర్లు సమర్థంగా పనిచేయాలంటే, కెథోడ్ కిరణప్రవాహంచే మర్దించబడే సమయంలో 'భాస్వరద్యుతి' లేకుండా తీక్షణమైన 'ఫ్లోరోస్సెన్స్' మాత్రమే ఉండడం అవసరం. కేవలం వైజ్ఞానిక దృష్టితో మాత్రమే సాగించిన పరిశోధనలు అందరికీ అనేక విధాల ఎలా ఉప

యోగపదతాయో వివరించి చెప్పడానికి ఈ 'య్యమిస్సెప్పు'ను గురించి జరిగిన పరిశోధనలు మంచి ఉదాహరణలు.

దీపాల వీర్వాటకు, ఇతర సదుపాయాలకు వలెనే డబ్బు చాలా ఖర్చు చేయవలసి వుంటుంది. అందుచేత ఈ దీపాలకు కావలసినదోట్ల కావలసినంత వరకు మాత్రమే అపర్చుకోవడం అవసరం. ఆయా అవసరాలకు తగినట్లుగా ఎంత కాలం కావాలి అన్న విషయాన్ని ముఖ్యంగా ముందు తేల్చుకోవాలి. ఈ సందర్భంలో ఇంటికి సంబంధించిన భౌతిక, శారీరక సమస్య లన్నింటిని గురించి కూడా లోచించవలసి వుంది. ఇందుకై కాంతి గుణాన్నీ, రాశినీ, త్వరితగతిని కొలిచి ఖచ్చితంగా చెప్పగలిగిన సున్నితమైన తేలిక పరికరాలెన్నో నిర్మించబడ్డాయి. వీటిని ఒక చోటినుంచి మరొకచోటికి సులభంగా చేరవేయవచ్చు కూడా. ఇలాంటి పరికరాలలో ముఖ్యమైనది ఫోటోమీటర్. ఇది బేటరీ అక్కరలేకుండా పని చేస్తుంది. దీనిలో కాంతివరకు విద్యుద్వాహక శక్తిగల 'సెలీనియం' తామ్ర అడ్లజనివములను అమర్చుతారు. కాంతి వాటిపై పడగానే అవి సంపూర్ణ విద్యుద్వాహకములుగా మారి, విద్యుత్ప్రవాహం ఏర్పడుతుంది. ఇందుకు కావలసినవి 'ఫోటోసెల్' ఒకటి. ఎంతో సున్నితమైన, అతి స్వల్ప విద్యుత్ప్రవాహాల ఉనికిని సైతం గ్రహించి చూడగల విద్యున్మాపకం ఒకటిని ఈ రెండింటినీ జతపరచి సుళువుగా వాడుకోడానికి పీల్చేన యంత్రం ఒక దానిని నిర్మించుకోవచ్చు.

రంగుయొక్క గుణాన్నీ, రాశినీ ఖచ్చితంగా నిర్ణయించడమనేది 'ఫోటోమిట్రీ' (కాంతిని కొలవడం) కంటే ఎంతమాత్రం తక్కువ ఉపయోగం కలిగి కాదు. రంగులలోని ఛాయా భేదాలను, వాటిలోని సాంద్రతా భేదాలను పేరుపరచడంలో సుశిక్షితులైన వారు ప్రదర్శించే నేర్పు, వివేకమూ ఇంచుమించుగా స్వరముల యొక్క గుణభేదములను సున్నితమైన స్థాయి భేదములను ఖచ్చితముగా గుర్తుపట్టే సుశిక్షితుడైన సంగీత విద్వాంసునికి వుండే నేర్పు, సామర్థ్యముల వంటివే కావడం నిజంగా ఆశ్చర్యకరం. సంగీత విషయంలో కూడా మన ఇంద్రియానుభూతిని అందుకు కారణమైన మూలద్రవ్యాలుగా విశ్లేషించవచ్చు. ఈ సందర్భంలో తన సహజ దృష్టితో వర్ణచాయా భేదాలను సులభంగా వివక్ష చేయగల సుశిక్షితుడైన ఒకప్పుడు నిశిత ప్రజ్ఞతో దీటు రాగలిగినంతటి శక్తిమంతమూ, సున్నితమూ అయిన దృగ్గోత్రాలు, పరికరాలు ఎన్నో నిర్మించబడ్డాయి.

8. పల్లెటి పట్టణం - భౌతిక విజ్ఞానం

మొదటి పాఠము

నమస్తే సమస్త వ్యవసాయానికి, దానిని బట్టి యావత్త మనవ భౌతికతకూ మన భూమిమీది మన్ను అధారమై వుంది నేల స్వభావమునూ, దాని గుణములనూ, సాగుచేయడానికి పునయోగించే విధములనూ శాస్త్రీయంగా పరిశోధించడం చాలా ముఖ్యం.

భౌతికంగానూ, రసాయనికంగానూ ఎంతో క్లిష్టమైన నిర్మాణం నేలది. అనేక విధాలుగా మారుతూ వుండే స్వభావం దానిది. దాని ఉత్పత్తిని గురించి, ప్రకృతి సిద్ధంగానూ, మానవ కృషి ఫలితంగానూ నేలలో కలిగిన విసరీతమైన మార్పులను గురించి, ఆలోచించినప్పుడు దాని స్వభావము క్లిష్టమూ, పరిణామ శీలమూ అయిఉండడంలో ఆశ్చర్యం ఏమి కలగదు. చిన్నదానికి పీర్తైన మామూలు మట్టిలో రకరకాలైన ఎన్నో ఖనిజములు చాలావరకు కలిసిపోయి ఉంటాయి. ఈ ఖనిజపు రుచులు అనేక రకాలుగా, అనేక పరిమాణాలలో వుంటాయి. పెద్ద పెద్ద రాళ్ళు మొదలుకొని శక్తివంతమైన సూక్ష్మదర్శినిలో సైతం కనబడనంతటి, చిన్న కణము వరకు అందులో చేరి వుంటాయి. కొంత నిర్జీవ ఘనపరిమాణము గల భూమిలో ఉండే ఖనిజ శకలముల సంఖ్య, దాని బరువుతో పోల్చి చూచినప్పుడు సాధారణంగా చాలా ఎక్కువగానే వుంటుంది. దానిలో చేరి ఉండే ఖనిజం వగైరాల నిష్పత్తిని బట్టే నేల గుణము మారుతూ ఉంటుంది. అందుచేతనే నేలను గురించి శాస్త్రీయంగా జరిపే పరిశీలనలో భూసార విశ్లేషణకు విశేష ప్రాధాన్యం వుంటుంది. అసగా మండిలో ఉండే ఆయా ద్రవ్యాల పరిమాణ భేదములనుబట్టి భూసారాన్ని వర్గీకరించడం, ప్రతి వర్గంలోను ఉన్న నానా విధానేక ద్రవ్యాణులు లకు బరువులోనూ, సంఖ్యలోనూ గల తారతమ్యమును అంచనా కట్టడమూ. ఈ భూసార పరిశోధనలో ప్రధానాంశాలు. ఇందుకని స్తంభాకారంలో వుండే

గుండ్రని పొడుగాటి గజపాత్రలో నీరుపోసి, పరీక్షించవలసిన మట్టిని పేసి బాగా కలియబెట్టుతారు. అలా కలియబెట్టినదానిని కొంత సేపు ఉంచుతారు. ఆ సమయంలో దానిలో ఏదీధ పరిమాణములలో చేరిఉన్న ఖనిజాలు నీటి అడుగురు త్వరత్వరగా చేరుకుంటాయి. ఇది ఉలా ఎంత వేగంగా విడిపోతాయో దానిని బట్టి భూసారాన్ని నిర్ధరిస్తూ ఉంటారు. ఒకదానికింటే ఒకటి తక్కువగా ఉండే పరిమాణములలో ఏర్పాటుయ్యే ఖనిజదేశాల పరీకరణను సూచించడానికై సన్న కంకర, ముతక ఇసుక, సన్నఇసుక, బురద, బంకమన్ను అనే వివరాల గల పేర్లను ఉపయోగిస్తాం. వీని పరిమాణంలో అనువ్యాకమైన భేదాలు ఉంటాయి. వాటిన్నింటినీ మనం సంవర్గమానంలో వీలుగా చిత్రించి చూపవచ్చు.

తడి నిజపుకోలేని ఘామి ఎందుకూ పనికిరాదనడం నిస్సంశయం. అందు చేత నేలలో ఉన్న తడిని గురించి, దానిలోని ద్రవముల వాళ్ళను గురించి ప్రవాహా నిరిణి గురించి పరిశీలన చాలా ముఖ్యం. నేలలో వుండే నీరు సూక్ష్మ నాళంలోని నీటిమట్టం వలె గొట్టపు నన్నం ఎక్కువైన కొలతే మరింత పైకి లేస్తుందని లోగడ భావిస్తూ వుండేవారు. పొడి ఆరిపోయే నేలలకూ, ముతక కంకర నేలలకూ, ఇసుక నేలలకూ ఎప్పుడూ తడిగా వుండే బంకమన్ను నేలలకూ, సన్న కంకర నేలలకూ ఉండే ముఖ్యమైన భేదాలను ఇందువల్ల సుశువుగా ఋజువు చేయవచ్చునని కూడా విశ్వసించేవారు. అయితే ఇంతవరకు మనకు తెలియ వచ్చిన విధంగా నేల స్వభావాన్ని, పైన చెప్పిన సూక్ష్మనాళ సామ్యపు సిద్ధాంతం సహేతుకంగా వివరించలేక పోతున్నదని, ఎంతో జాగ్రత్తగా చేసిన భూసార పరిశోధనలవల్ల తేలింది. నిజానికి మన్నులో నన్నటి రంధ్రాలు అరలు అరలుగా ఉంటాయి. ఈ అరలు వస్తుతిః కొద్దిగా పెద్దవిగా ఖాళీగా ఉంటూ రెండవ అరలోని నన్నటి కంత ద్వారా కలిసిపోతుంటాయి. నీరు అరలన్నింటిలోనూ, వారి మధ్య ఉన్న సన్నటి కంతలలోను పూర్తిగా వ్యాపించినప్పుడు జలోపరితలం చాలవరకు పొంగిపొరుగుపోతుంది. ఒకదాని సరసనే మరొకటిగా ఉండే సూక్ష్మరేయివుల మధ్య ఖాళీల మాపురేఖలలో ఉండే తేవాలవల్ల నేలలోని నీటి పారుదలలో ఎన్నో ముఖ్యమైన మార్పులు కలుగుతూ ఉంటాయి. ద్రవముల ఒత్తిడినా కలిగే స్వల్ప భేదాల వల్ల వెంటగా ఉండే అరలలోనికి ద్రవం త్వరత్వరగా ప్రవహించు తుందనీ, ఇరుకు మూతలుండే వాటిలోనికి ప్రవహించాలంటే మాత్రం హెచ్చు ఒత్తిడి కావలసి ఉంటుందనీ ఇదివరకే ఋజువైంది. ఇందుచేతనే నన్నని మూతి

లోంచి వెడల్పైన దానిలోనికి నీరు చాలా వేగంగా ప్రవహించుతుంది. కాని వెడల్పు దానిలో నుంచి ఇరుకు దానిలోనికి ద్రవం అంత త్వరగా ప్రవహించదు. కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో అసలు ప్రవహించనే ప్రవహించదు. ఇలా ప్రవహించక పోవడానికి కారణం జలోపరితలపు వంపులో కలిగే స్వల్పమైన మార్పు చూత్రమే.

ఇట్టి సందర్భాలలో మన్నులో సన్నటి రంధ్రాలలో నీరు నిండడంలోనూ, అవి తిరిగి ఖాళీకావడంలోనూ అద్భుత లక్షణాలు కొన్ని వ్యక్తమవుతున్నాయి. ఆయా సందర్భాలలో ఈ నీటి పారుదల ఏకదారగా కాకుండా గెంతుతూపోతుంది, మన్ను లోపలి తేమ హెచ్చు తగ్గులనుబట్టి నేల స్వభావం చూరుతూ వుంటుంది. ఇలాంటి పరిస్థితులలో ప్రవాహంలో సంభవించే మార్పులను చిన్న చిన్న గాజు గోళముల గుంపుతోగాని ఇసుక రేణువులతోగాని జరిపే ప్రయోగముల ద్వారా సులభంగా చూపించవచ్చు. ఇందువల్ల మరొక ముఖ్యమైన ఉపయోగమేమంటే మంటిలో తేమను హెచ్చించడానికై నా, లేదా తగ్గించడానికై నా జరిగే ప్రయత్నాలనూ ఎక్కువ మార్పులనూ నేలలోని నీరు ప్రతిఘటించుతుంది. తేమ ఎక్కువగా ఉన్నచోటనుండి తక్కువగా ఉన్న చోటుకు సన్నటి రంధ్రముల గుండా ప్రవహించి పోవడానికి బదులు లోపలి ఖాళీలలో వ్యాప్తిని మార్చడం ద్వారా స్వభావసిద్ధంగా, ఆ నేలకు గల నీటిని పీల్చుకోబడుతుంది.

ప్రేళ్ళవ్వారా మొక్కలకు అందే నీటికీ. ఈ స్థితికీ గల సంబంధం స్పష్టంగా తెలుస్తూనే ఉంది. ప్రేళ్ళు నేలలోని తేమ సంతనీ పీల్చివేయడంచేత పొడారిపోతుందన్న వాదానికి జవాబు ఎక్కువ తడిగా ఉన్నచోట్లనుండి పొడి స్థలానికి నీరు వచ్చి చేరుతుందన్న సూక్ష్మనాళ సిద్ధాంతంలో లభించింది. అనగా మొక్కల ప్రేళ్ళవద్దకు నీరు తనంత తానుగానే చేరుతుంది అని దీని భావం. అయితే అసలు జరిగేది ఇందుకు కేవలం భిన్నమైంది. నిజానికి మొక్కల ప్రేళ్ళు నీటిని అన్వేషిస్తూ అన్ని వైపులకూ విస్తరించుతాయి అన్న సంగతి మన కందరికీ బాగా తెలుసు. ఇందలి నిజా నిజాలను గురించి. బలంగా పెరిగే మొక్కల ప్రేళ్ళు ఎంతో దూరం సువిశాల ప్రాంతం అంతటా ఎలా వ్యాపించి అయిముసుంటాయో చూసినవారికే నమ్మకం కుదురుతుంది. నేలకు దానిలోని తేమకూ గల సంబంధాలను గురించి సరిగా తెలుసుకోవటం వల్లనే పదునులో ఉన్న నేల మీద అదనులో

కురిపే వానవల్ల ఎలాంటి మార్పులు కలుగుతాయో, ఆ వర్షపు నీరు ఏమవుతుందో మనం స్పష్టంగా తెలుసుకో గలుగుతున్నాము. వస్తుతః మన్ను రసాయనిక యోగికముల రేణువుల మిశ్రమం ఏర్పడుతుంది. ఈ మంటిరేణువులు, ముఖ్యంగా వాటిలో అత్యంత సున్నితమైనవీ, సూక్ష్మమైనవీ పరస్పరం దగ్గరగా చేరుకోవడం వల్లనే మంటి ముద్దలు ఏర్పడుతున్నాయి. దీనినే బంకమన్ను లక్షణం అంటారు. దానినిబట్టే మన్ను స్వరూప స్వభావాలు నిర్ణయమవుతూ ఉంటాయి. దీని మధ్యన ఉండే ఖాళీలకన్న మిక్కిలి చిన్నవైన రంధ్రాలు చాలా ఉంటాయి. పొడి నేలమీద వర్షం కురిసినప్పుడు ఆ నీరు, నేలపై పరుసలలో ఉన్న చిన్న చిన్న మంటి ముద్దలలోని సన్నని రంధ్రములలోకి ప్రవేశిస్తుంది. ఇవి ఇలా పీల్చుకోగా మిగిలిన అదనపు వర్షపు నీరు అంతా ఈ మంటిముద్దల మధ్య అరలు అరలుగా ఉండే పెద్ద పెద్ద ఖాళీలగుండా క్రిందికి దిగుతుంది. అలా విగే వాన నీటిలో కొంత కొంత భాగాలను ఒకదాని క్రింద మరొకటిగా పేర్చబడినట్లుండే మంటి ముద్దలు వరుసగా పీల్చుకుంటూనే ఉంటాయి. పడిన వర్షమును బట్టి, ఆరంభంలో నేలలో ఉన్న తడినిబట్టి ఆ వాన నీరు ఏమైతూ కావచ్చు. మొత్తం కురిసిన వాన నీరంతా నేల మొక్క పై పొరలలోనే ఉండిపోవచ్చు. లేదా నేలలో అదిపరుచున్న నీటినంతా అట్టడుగున అదిమివేసి ఆ చోటును తాను పూర్తిగా ఆక్రమించుకోవచ్చు. నిజానికి నీటిని పీల్చుకునే మంటిముద్దలన్నీ చిన్న చిన్న జలాశయాల పంటివని చెప్పవలసి ఉంది. మొక్కల ప్రేళ్ళపై ఉండే నులి ప్రేళ్ళ గుంపులు, నీటి కొరకై ఈ జలాశయాలను చెరుక్కుంటూ ముందుకు సాగిపోతాయి.

నాగలి వ్యవసాయాని కంతలా చిహ్నం. ఎందుకంటే బెల్లు విరచడం. రకరకాలైన పనిముట్లతోను, పరికరాలతోను నేలను పడుచుచేయడం వ్యవసాయంలో ముఖ్యంకాలు. నేల స్వభావాన్నిబట్టి సాగుకు పడవలసిన వాటూ, వ్యవసాయపు పనుల తీరుతీయాలంటాయి. ఆయా అవసరాలను బట్టి రైతులు వివిధ దశలలో వేరు వేరు పనులను నిర్వహిస్తూ ఉంటారు. ఆరంభంలో బెల్లు విరచడం, దుబ్బులు పీకివేయడం, విత్తనాలు నాటడానికి అనుకూలమయ్యేటట్టు దుర్చిన నేలను గొలుపు కోలడంద్వారా చదునుచేయడం, నారు పోయడం, నీరు పెట్టడం, ఈదుపులైన తరువాత మూస దాగా తిరిగిన చేలలోనుంచి భూసారాన్ని ఫలహరించే పనికిరాని కలుపు మొక్క లన్నింటిని పీకి పారివేయించడం వగైరా

వ్యవసాయపు పనులన్నీ ఈ కోవకు చేరినవే. ముందుగా భూమిని సాగుకు లాయము చేయడానికి, ఆ తరువాత కలుపు రీతకూ మొత్తం వ్యవసాయపు పెట్టు బడిలో అధిక భాగాన్ని ఖర్చు పెట్టవలసి ఉంటుంది. కనుక ఇంను నిమిత్తం అవలంబించబడే విధానాల పరిశీలన భూసార విజ్ఞాన కృషిలో మిక్కిలి ప్రధానమైంది.

దున్నేటపుడు నాగటి చాలా ఎంత లోతుగా. పడుతుందన్నది ఆయా నేల స్వరూప స్వభావాలనుబట్టి, సమయ సందర్భాలనుబట్టి పలు పదాలుగా ఉంటూ ఉంటుంది. అంతేకాకుండా ఆ సమయంలో వాస్తవంగా నేల స్థితిమీద కూడా ప్రత్యేకంగా ఆచారపడి యుంటుంది. చాలాకాలంగా వర్షాలులేక బీడుపడి గట్టిడిన భూమిని దున్నడం చాలా కష్టం. కనుక లొలకరి జల్లులు పడేవరకు సేద్యపుపనులు ప్రారంభించరాదు. ఆయా పొలాలను ఎలా దున్నాలి ? ఎంతవరకు దున్నాలి ? అన్నది. నాగటికొర్రు ఆ నేలలోనికి ఎంతలోతుకు చొచ్చుకు వెళ్ళగలదనే దానిపై ఎక్కువగా ఆచారపడి ఉంటుంది. స్వభావసిద్ధంగా విభిన్నములైన భూములలో ఆయా సందర్భాలనుబట్టి, అవసరాన్నిబట్టి వలసినంతలోతుకు చొచ్చుకు పోగలిగి నట్టి ఎలాంటి పొడి నేలకైనా సరిపడునట్టి మేలు రకములైన నాగళ్ళను యాపించిందానికై చిరకాలమునుంచి కుశాగ్ర బుద్ధులెందరో కృషిచేస్తూ వచ్చారు, యంత్రాల సాయంతో చేసే వ్యయంలో ఎలాంటి పొడి నేలనైనా సాగుచేయించడానికి తగిన ఏర్పాట్లు చేయవచ్చును. కాని పశువులచేత దుక్కిచేయించ వలసి వచ్చినప్పుడు మాత్రం పరిస్థితి ఇందుకు కేవలం భిన్నంగా ఉంటుంది. పశువులకు గల కండబలమూ, వాటి సంఖ్య బలమూపై అంతా ఆచారపడి ఉంటుంది. నేల లోనికి చొచ్చుకుపోయే నాగటి కొర్రుతోవాటు 'మోబ్బుచోర్డు' అనే రెక్క కూడా ప్రతినాగటికీ ముఖ్యమైనది. దున్నేటపుడు విరిగిన గడ్డను పైకెత్తి ప్రక్కలకు త్రోసి దున్నినంత మేరా నాగటి చాలును శుభ్రంగా ఉండేటట్లు చేయడమే ఈ రెక్కయొక్క ఉపయోగం. ఈ రెక్కయొక్క ఆచారం ఎలాగుంటే ఎక్కువ ఉపయోగంగా ఉంటుందనే విషయం గురించి చాలా శాస్త్ర చర్చ, ప్రయోగాలు జరిగాయి.

నేలలో సూక్ష్మరంధ్రాలుండడంచేత ఆ ఖాళీలలో వాయువు చేరి పుంజుందని వేరుగా చెప్పవలసరం లేదు. మొక్కల వ్రేళ్ళూ, సూక్ష్మజీవులూ ప్రాణ వాయువును పీల్చుకుంటూ ఉంటాయి. బొగ్గువులును గాని తమూరవులూ ఉంటుంది.

దాని ఎంతెంత ప్రాణవాయువును పీల్చుకుంటావుంటాయి! బొగ్గుపులుసు గాలి ఎంత తయారవుతుంది? అనే విషయాలపై నేలలోని సూక్ష్మ రంధ్రాలలోని వాయు మిశ్రమం ఆధారపడి వుంటుంది. అసగా లోపలి నుంచి ఎంత బొగ్గు పులుసు గాలి బయటకు తప్పించుకొని వచ్చి, ఎంత త్వరగా వాతావరణంలో కలిసి పోతోంది? పైనుంచి ఎంత ప్రాణవాయువు ఎంత త్వరగా వచ్చి చేరుతోంది? అనే విషయాలపై ఈ భౌతిక లోపలి వాయు సంపుటికరణం ఆధారపడివుంటుంది. ఈ సందర్భంలో నేలలోని ఉష్ణోగ్రత హెచ్చుతగ్గుల వలన దానిలోని గాలికి కలిగే వ్యాకోచమును గురించి, సంకోచమును గురించి వర్షంవల్ల సాగుచేయడం వలన తేమ ఇగిరిపోవడం వలన, వాయు ప్రవాహాల ప్రభావం వలన వాతావరణపు వత్తిడిలోని భేదాలవలన నేలలోని సూక్ష్మరంధ్రాలలో కలిగే మార్పులను గురించి కూడా పరిశీలించవలసి వుంది. మొక్కలు సరిగా పెరగాలంటే నేలలో గాలి పూర్తిగా స్వేచ్ఛగా ప్రసరించేటట్లు చూడటం చాలా ముఖ్యం.

మొక్కల పెరుగుదలపై నేల ఉష్ణోగ్రతలోని హెచ్చుతగ్గుల ప్రభావం చాలా వుంటుంది. కనుక భూసార భౌతిక విజ్ఞానశాస్త్రంలో అది ప్రధాన విభాగంగా పరిగణించబడుతోంది. అనేక ఉష్ణోత్పత్తి కేంద్రాల నుండి నేల గ్రహించగలిగే ఉష్ణరాశిలో ఉండే తరతమాలను బట్టి, దాని ఉష్ణవాహక శక్తి ప్రమాణాలను బట్టి నేల ఉష్ణోగ్రత నిర్ణీతమవుతూ వుంటుందని చెబితే ప్రస్తుతానికి చాలానుకుంటాను.

9. పల్లెటిపట్టణాలు - భౌతిక విజ్ఞానం-నీరు

అజరామరమైన చిరంజీవత్వాన్ని తనకు ప్రసాదించగల దివ్యామృతం, జీవన రసాయనం ఏదో వుందని ఊహించుకుని, దానిని సాధించడం కోసం మానవుడు యుగయుగాలుగా వృధా ప్రయత్నాలు చేస్తూనే ఉన్నాడు. కాని నిజం మైన జీవన రసాయనం మనకు అందుబాటులోనే వుంది. అది ద్రవము లన్నింటిలోకి సామాన్యత సామాన్యమైన ద్రవం. స్వచ్ఛమైన నీరు : ఈ సందర్భంలో నాకు ఈజిప్టులో నైలునదీ లోయను, లిబియా ఎడారిని విడదీసే సరిహద్దు రేఖపై నిలబడినప్పుడు కనబడ్డ దృశ్యం జ్ఞాపకం వస్తోంది. అక్కడ ఒక ప్రక్క ఎంత దూరం దృష్టి సాగించినా, ఒక పచ్చని మొక్కగాని, ప్రాణిగాని కనిపించకుండా అపార పారావారంవలె దిగ్విజయం వరకూ విస్తరించుకున్న ఇసుక ఎడారి, రెండవప్రక్క సస్యశ్యామలమూ, నిత్యహారిద్రమూ, బహు సారవంతమూ, బహుళ జనాకీర్ణమూ అయిన దేశం సమస్త చరాచర ప్రాణికోటికీ నిలయమైనవి. కనబడుతున్నాయి. అయితే ఈ రెండింటికీ మధ్య యింత విపరీతమైన భేదం ఎలా కలిగింది? ఎందుకు కలిగింది? రెండువేల మైళ్ళ దూరంలో అవతరించి సూడాన్. ఈజిప్టుల మీదుగా మధ్యధరా సముద్రంలోకి ప్రవహించే నైలునదీ జలాలవల్లనే ఈ భేదం కలిగింది. నైలునదీ లోయలో భూసారమంతా నదీజన్యమైనదేననీ, మధ్య ఆఫ్రికాలోని మారుమూల ప్రాంతాల నుంచీ, అబిసీనియా పీఠభూమినుంచీ ఏటేటా ప్రవహించి వచ్చే వరద నీటితో సన్నటి బురద రూపంలో నైలునది దీనిని సేకరించి సాగర సంగమ పర్యంతం ఇరువైపులా పరుచుకుంటూ పోతున్నదనీ, యుగయుగాలుగా యిలా జరుగుతున్నదేనని భూగర్భ శాస్త్రజ్ఞులు నిరూపించారు. నిజానికి ఈజిప్టు దేశ సౌభాగ్యమంతా కూడా నైలునదీ ప్రసాదితమే. ఏటేటా నిర్ణీత క్రమంలో నిరంతరాయంగా ప్రవహించే జీవనది నైలునది పావనోధార జీవన స్రవంతి తీరాన్నే ఈజిప్టు దేశపు ప్రాచీన నాగరికత వెలసి వర్ణిల్లింది.

మన నిత్య జీవితంలో సర్వసాధారణమైనదిగా మనందరం భావించే ఈ సామాన్యత సామాన్య ద్రవం ఈ జగత్తులోని సమస్త ద్రవ్యరాసు లన్నింటిలోను అత్యద్భుతమైనది. అత్యంత శక్తివంతమైనదీనని నొక్కి చెప్పడానికే ఈ సంగతి ప్రస్తావించాను. కావాలంటే ఇంకా ఇలాంటి ఉదాహరణ లెన్నింటినైనా చెప్పవచ్చు కూడా. నిజానికి మన జూమి చరిత్రను తీర్చిదిద్దిన ప్రధాన సూత్రధారి నీరు. పైగా భూతలంపై సర్వవిధ జీవరాసుల సృష్టి, స్థితి, అయాలకు సంబంధించిన జగన్నాటకంలో ముఖ్య పాత్రధారికూడా నీరే. రాళ్ళమీదుగా జాలువారే సన్నని సెలయేరు కానివ్వండి, గోధూళి వేళ పకువులు దప్పిక తీర్చుకునేపుంత ప్రక్కన చిన్నచెరువు కానివ్వండి. కాక మరే రూపంలోనైనా కానివ్వండి గ్రామ సీమలకు అందానిచ్చేది నీరే. దక్షిణ భారతదేశంలో ప్రతిచోటా ప్రత్యక్షమవుతుండే వర్షాధారపు, చెరువులు, ప్రజల పేక్షపల్ల పాడుబడినట్లుగా ఉన్నప్పటికీ, నీటిలో నిండి వున్నప్పుడు మాత్రం చూడడానికి కిన్నుల పండువుగా ఉంటాయి. అసలు ఇవి అట్టే లోతుం డవు. పైగా నీరు మృగా ఉండడం చేత పెనుండి పడే వెలుతురును లోనికి ప్రసరించ నివ్వరుండా జలోపరితలం ప్రతిఫలింపచేయడం చేత చెరువు అడుగు భాగం కనబడదు. లోతెంతో స్పష్టంగా తెలియదు. దక్షిణాదిని వ్యవసాయానికి ఆధారం ఈ చెరువులే. మైసూరు రాష్ట్రంలో వరిపంట చాలాభాగం చెరువుల క్రింద పండి నదే. ఈ చెరువులలో కొన్ని చాలా పెద్దవి. ఇక్కడ సూర్యోదయమూ, సూర్యాస్తమయమూ కూడా ఎంతో మనోజ్ఞంగా ఉంటాయి. గ్రామసీమలో సుందర దృశ్యాలమధ్య ఉన్న నీటి పట్టును. మన ఆననసీమలోని నయన ద్వయంతో పోల్చవచ్చును. సూర్యుడు ప్రకాశిస్తున్నప్పుడు కలకల్లాడుతూ ఆనందంగానూ, ఆకాశం మేఘా చ్ఛాదితమైనప్పుడు చీకటులలముకుని చిన్నబోయి నట్లుగానూ సమయోచితంగా మారుతూ ఉంటుంది.

బురదను లేదా సన్నని మెత్తని మన్నును తనవెంట తీసుకొనిపోగల శక్తిని కలిగి ఉండటం నీటికి గల అద్భుత లక్షణాలలో ఒకటి ఇంకాపల్ల వర్షాధారపు చెరువులలోని నీటికి రంగు కలుగుతోంది. వర్షపునీరు ప్రవహించి వచ్చే ఆరగాణి లోని మన్ను స్వభావాన్ని బట్టి ఈ రంగు మారుతూ ఉంటుంది. వాన కురిసిన వెంటనే చెరువులోకి కొత్తగా ప్రవహించే నీటిలో ఈ రంగు బాగా స్పష్టంగా కనుపిస్తుంది. వేగంగా ప్రవహించే నీటిలో కొంచెం పెద్దవిగాను, బరువుగాను ఉండే పెళ్ళలుగూడా కొట్టుకొని వస్తాయి అయితే విశేష సాంద్రత కలవైనా

సన్నని కడలు మాత్రం నీటిలో తేలుతూ చాలామంది కొట్టుకొనిపోతాయి. అసలు ఇవి మిక్కిలి చిన్నవిగా వున్నా, వాని సంఖ్య అమితంగా ఉండడంచేత అపార ద్రవ్యరాశి ఈ విధంగా ఒకచోటి నుంచి మరొక చోటికి తరలించబడుతుందంటే నమ్మడం కష్టం. సముద్రపు ఉప్పునీటితో, బురదనీరు కలిసినప్పుడు నీటిలో ప్రవేశించుతూ ఉండే అడుసు అంతా క్రిందికి వేగంగా దిగిపోతుంది. పెద్ద నది మీదుగా లోతైన సముద్రంలోకి సాగర సంగమ ప్రాంతంలో ప్రయాణం చేసేటప్పుడు దీన్ని బాగా చూడవచ్చు. ఆ సమయంలో నీటిరంగు, ఎర్రమట్టి రంగు లేదా బురద, గోధుమరంగు మొదలుకొని పసుపచ్చ, ఆకుపచ్చ వగైరా అనేక చాలా భేదాలను ప్రదర్శిస్తూ చివరకు లోతైన సముద్రపు నీలిరంగు వరకూ కూడా క్రమంగా మారుతుంది. ఒండ్రుపట్టిన ప్రదేశములను పరీక్షించి చూచినప్పుడు, సువిశాల క్షేత్రాలన్నో ప్రవాహాల ఒరవడివలన క్రిందికి చేరి పేరుకున్న బురదతో ఏర్పడినవేనని స్పష్టమౌతుంది. ఈ విధంగా సన్నని మెత్తన్ని ఒండ్రుమన్ను చేరిన ఈ భూములన్నీ సర్వసాధారణంగా ఎంతో సారవంతంగా ఉంటుంటాయి. భూమ్యుపరితలంపై నున్న గట్టిరాతి పొరలనుంచి మెత్తనిమన్నును రూపొందించడంలో జరిగే భూసార పరిణామక్రియలో జలప్రవాహాల ప్రభావం, ఉపకారం చాలా ఉంది. కాని ఏరులై పారే ఆ నీరే కొన్ని ప్రత్యేక పరిస్థితులలో పెరదగా మారి, వ్యవసాయానికంతకూ మూలాధారమైన మెత్తటి నేలను కోసి మన్ను సంతటినీ దూరానికి నెట్టివేసి విధ్వంసకారి కాగలదు. అప్పుడు దాని విజృంభణను గనుక అరికట్టక పోతే, దేశానికంతటికీ, ప్రమాదకారిగా పరిణమించుతుంది కూడా. అనేక దేశాలలోను, ముఖ్యంగా హిందూదేశంలోని అనేక ప్రాంతాలలోను జల ప్రవాహాలవల్ల మెత్తటి నేల తెగి, మన్ను దానితోపాటు భూసారమూ అంతా కొట్టుకు పోవడం అనేది అతి ప్రధానమైన సమస్య. అందుచేత ఇందుకు సంబంధించిన పరిస్థితులను గురించి, భూసార రక్షణకు అవసరంగా తీసుకోవలసిన చర్యలను గురించి, విపుల పరిశీలన జరగవలసి ఉంది. నేల ఒరుసుకుని, తెగి పైచున్న అంతా కొట్టుకుని పోవడం అంచలంచెలుగా జరుగుతుంది. తొలి దశలో అలా జరిగిందన్న సంగతే మనకు తెలియక పోవచ్చు. ఇలా కొంతకాలం జరిగే సరికి పొలమంతా నీటిచాళ్ళతో నిండి గోతులూ గొప్పులూ ఏర్పడి హృదయ విదారకరంగా సాగుకు సాధ్యంకాకుండా పోతుంది. హఠాత్తుగా కురిసే అమిత వర్ష పాతంవల్ల పొర్లి ఉరకలు వేస్తూ పరుగులు తీసే జలప్రవాహమే నేల తెగి చున్న

కొట్టుకు పోవడానికి ముఖ్యమైన కారణం. దీనికితోడు భూమి వాలుగా వుండడం; సహజంగా పెరుగుతూ నేలను రక్షించే గడ్డినీ, గాదాన్నీ పీకి పారవేయడం, ప్రవహించిన కొద్దీ నీటి వేగాన్ని ఇనుమడింప జేసే బండిదారి గాట్లుండడం, జల ప్రవాహాన్ని అరికట్టగలిగిన అడ్డాలు ఏమీ లేక పోవడం కూడా భూసారం కొట్టుకు పోవడానికి మరికొన్ని కారణాలు. ఈ పరిస్థితి ఇలాగే కొనసాగితే- దురదృష్ట వశాత్తు - కొనసాగుతున్నది కూడ - బహుశా అమూల్యమైన భూసారం చాలా వరకు కొట్టుకు పోతుంది. మన దేశంలో పెక్కు ప్రాంతాలలో నిరంతర వ్యవసాయాభివృద్ధికి ప్రబలావరోధంగా పరిణమించిన ఈ భూసార రక్షణ సమస్య పరిష్కారానికి అవసరమైన చర్య లన్నింటిని ఇతోధికమైన శ్రద్ధాశక్తులతో తక్షణమే తీసుకోవలసి ఉంది. ఇందుకుగాను నేలను చదునుచేసి గట్లు ఎత్తుచేయడం, నీటి ప్రవాహానికి అడ్డగట్టు వేయడం, ఎత్తు పల్లాలను అనుసరించి సమ ప్రదేశంగా ఉండే చెలకలను ఏర్పాటుచేసి వ్యవసాయం చేస్తూండడం సస్యానుకూలంగా భూసార రక్షణకు అనువుగా తరులతాదులను నాటడం చాలా అవసరంగా అవలంబించ వలసిన ఆచరణలు. ఇట్టి చర్యలు వేటిని తీసుకున్నా వేగం హెచ్చుకుండా, మన్ను కొట్టుకుపోకుండా జల ప్రవాహాన్ని వీలైనంత ముందుగా తొలి దశలోనే పూర్తిగా అరికట్టడమే వాటి లక్ష్యం కావాలి.

ఏ జీవియొక్క మనుగడకై నా మూలాధారాల నీరే. చరాచరాత్మకమైన ఈ సృష్టిలో పశు పక్షి క్రిమికీటకాది సమస్త జంతుకోటి దేహాలలోను, తరులతా వాదిపాది సమస్త వృక్షరాశి కాండములలోను అధిగణాగం స్వచ్ఛమైన నీటితోగాని, రసాయనిక మిశ్రమమైన నీటితోగాని నిండి ఉంటుంది. నీరు విస్తృత ప్రభావం ప్రమేయం లేకుండా శారీరకమైన కార్యకలాప నిర్వహణ సాధ్యం కాదు. జంతుకోటి మనుగడకు నీరు చాలా అవసరం. చెట్టు చేమలు మొలకెత్తడానికి, పెరుగుదలకూ కూడా నేలలో తేమ వుండడం చాలా ముఖ్యం. అయితే ఏ జీవికి ఎంతెంత నీరు కావాలనేది ఆ యా రకాలను బట్టి నిర్ణయమవుతూ ఉంటుంది. అందుచేత నీటిని నిలువచేసుకోవడం, జాగ్రత్తగా వాడుకోవడం, మానవ సంక్షేమానికీ, మన క్షేమానికీ ముఖ్య ప్రాతిపదికలు. గొట్టపు నూతుల ద్వారా లభించే పాతాళగంగను మినహాయించితే మనం వాడుకునే నీరంతా వర్ష పాతంవలనా, హిమాపాతం వలనా లభించిందే. మన దేశంలో వ్యవసాయం చాల వరకు వర్షాధారమైనది. అందుచేత అనావృష్టి ఆయినా, అతివృష్టి ఆయినా, అదునులో వాన కురవక పోయినా, వరుస తప్పి కురిసినా, మన వ్యవసాయం చెబ్బి

తింటుంది. నేలతెగి భూసారం కొట్టుకు పోవడం, అనావృష్టి, అతివృష్టి, అకాల వర్షాలు అనేవి పరస్పరం సన్నిహితమైన సమస్యలు. కనుకనే భూసార రక్షణకు అవలంబించే ఉపాయాలే నేల మీదను, నేలలోను నీటిని కావలసినచోట, కావలసినంతమేరకు నిలవచేయడానికి కూడా తోడ్పడుతాయి. ఇవి రెండు విధాలా ఉపయోగపడుతాయి ఏటికేవాది పొడుగునా కాకుండా, ఆయా ఋతువులలో మాత్రమే వానలు కురిసే దేశాలలో వాననీరు చాలావరకు వృధాగా ప్రవహించిపోతూ ఉంటుంది ఇలా వృధాగా ప్రవహించి పోయే నీటినంతటినీ కూడబెట్టి ఉపయోగించుకోవడం చాలా అవసరం. ఈ వాన నీటిలో చాలాభాగం వాగులలోకి, వంకలోకి, ఏరులలోకి, సములలోకి, ప్రవహించి చివరకి సముద్రంలో కలిసి పోతుంది. అందుచేత ఎంతో విలువైన నీరు దేశానికి దక్కకుండా వృధా అయిపోతుంది. ఇప్పుడు చాలా వరకు నిర్లక్ష్యంగా సముద్రంలో కలిసిపోయే నదీ జలాలను వినియోగంలోకి తీసుకొని రావడం ఒక గొప్ప జాతీయ సమస్య. దీనిని శ్రద్ధగా పరిశీలించి, దేశానికంతకూ ప్రయోజనకారి కాగలిగేటట్టుగా పరిష్కరించుకోవలసిన అవసరం ఉంది. బాగా ఆలోచించి తయారు చేసిన పథకాలను దైర్యంగా అమలు జరిపిననాడు, ప్రస్తుతం చిట్టడంగా ఉన్న వికాల భూభాగాన్ని సైతం ముక్కారుపందే సారవంతమైన సుక్షేత్రంగా మార్చవచ్చు. దేశానికి కావలసినంత నీటిని నిలువ చేసుకొని నద్వినియోగం చేసుకోడానికి, అడవులను పెంచడానికి సన్నిహిత సంబంధం ఉంది.

దారి తెన్నూ లేకుండా పెరిగే కీకారణ్యాలవలె కాకుండా అడవులను ఒక క్రమ పద్ధతిలో సువ్యవస్థితంగా పెంచడం, సాధ్యమైన ప్రదేశాలలోనే కాకుండా అసాధ్యమైన ప్రదేశాలలో సైతం ఆయా ప్రాంతాలలో వృద్ధి పొందగల వృక్ష జాతులను నిర్ణీత పథకం ప్రకారం నాటడం ఇప్పుట్లో అత్యవసరంగా జరుగదగు పనులు. ఈ విధంగా నాటి, పెంచిన అడవులవల్ల ప్రత్యక్షంగానూ, పరోక్షంగానూ దేశానికి ఎంతో మేలు, సంపదా సమకూరుతాయి. నేల కోసుకు పోకుండా మట్టి కొట్టుకుపోకుండా చూస్తూ ఇవి భూసార రక్షణకు దాగా తోడ్పడుతాయి. దేశంలో కురిసిన వాన నీరంతా వృధాగా సముద్రంపాలు కాకుండా అరికట్టుతాయి. చాలినంత వంటచెరువును చవకగా అందించుతాయి. పొలానికి పనికివచ్చే ఎరువుని వంట చెరువుగా ఉపయోగింప నవసరం లేకుండా చేస్తాయి.

నీటి ప్రవాహాలను ఒక హద్దులో ఉంచి, నీటిని జాగ్రత్తగా సరఫరా చేయడానికి జరిగే ఏర్పాట్లవల్ల గ్రామీణ జీవితానికి, ఇతరత్రా ఎంతో మేలు చేకూరు

తుంది. దేశంలో ఒకచోటినుంచి మరొక చోటికి చౌకగా రాకపోకలు సాగించడానికి, సరుకు రవాణా చేయడానికి ఉపకరించే చౌక వాహనాలు కాలువలలోనూ, నదులలోనూ తిరిగే వోనెలూ, పడవలూ మాత్రమే. కొత్తగా రైలు మార్గాలూ, రోడ్లూ వేసే ప్రణాళికలను గురించి మనం చాలా వింటున్నాం. కాని జలదారుల అభివృద్ధిని గురించి అద్దే వినడంలేదు. నీటి వనరులను సద్వినియోగంచేసే కృషి భవితంగా జల విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి కాగలదు. ఈ విధంగా లభించే విద్యుచ్ఛక్తి వినియోగంవల్ల గ్రామీణ జీవితంలో అత్యద్భుతమైన మార్పు వస్తుంది. గ్రామీణ ఆర్థికవ్యవస్థ అనేక విధాల అభివృద్ధి చెందుతుంది. అన్నిటికంటే ముందుగా అవనీ గర్భంలో దాగివున్న పాతాళ గంగను ఇతోధికంగా పైకి తోడ్చి తెచ్చి, అతివృష్టి, అనావృష్టి, అకాలవృష్టి వగైరా ఈతిదాధుల నుంచి తప్పించుకోవడానికి వీలవుతుంది.

ఒకవిధంగాచూస్తే నీరు ద్రవాలన్నింటిలోకి సామాన్యత సామాన్యమైనది. కాని మరొక దృష్టితో చూచినప్పుడు స్థావర జంగమ రూపమైన సమస్త జీవరాసులను పెంచి పోషించగల జీవనశక్తి విలసిల్లమైన అసామాన్య ద్రవం అని విస్తంది. అందుచేత నీటి స్వభావాన్ని గురించి, గుణగణములను గురించి జరుగుతున్న విజ్ఞుల పరిశోధనలు వైజ్ఞానికంగా ఎంతో ఉన్నత స్థాయికి చెందినవీ. ఇంకా ఒక దారికి చేరనివిన్నీ.

10. పల్లెటిపట్టు - భౌతిక విజ్ఞానము - వాతావరణ స్థితి

పట్టణవాసులైన వారికి ఇంట్లోంచి బయలుదేరేటప్పుడు చేతికర్ర తీసుకు వెళ్ళాలో, గొడుగే తీసుకెళ్ళాలో కాస్త ఆలోచిస్తే తటసటాయించవలసిన అవసరం వరకు మాత్రమే వాతావరణ స్థితి ప్రమేయం ఉంటుంది. వాతావరణం పరిస్థితి వారికి అంతకుమించి తొందర కలిగించేది కాదు. ఏదో ఒక ఇబ్బంది దాపురించినప్పుడు తప్ప ఇతరత్రా బస్తి ప్రజలకు మామూలుగా వాతావరణ స్థితిని గురించి ఎలాంటి ఆలోచనా ఉండదని కూడా చెప్పవచ్చు. ఆకాశంలో అన్ని వైపులా అనుక్షణం మారుతూ కనబడే దివ్యసుందర దృశ్యాలను గురించి, అద్భుతమైన సూర్యోదయ సూర్యాస్తమయాలను గురించి పారేమీ పట్టించుకోరు. ఇందుకు కారణం ఏమైనా నిజానికి వాళ్ళ కళ్ళకు ఈ చివరనుంచి ఆ చివరకు దారులుతీర్చి కట్టిన ఇళ్ళ వరసలు తప్ప మరేమీ కనుపించవు. మిగతా ఆకాశ మైనా అల్లి బిల్లిగా ఉండే బెలిఫోన్ తీగల వరసలోనుంచి కొంచెం కొంచెంగా కనబడేదే తప్ప మరేమీ కాదు. ఇక రాత్రిపూట వారు చూచి ఆనందించే తారలు సినిమా ప్రదర్శన కాలర్లో వెండితెరలమీద మిలమిల మెరిసే తారామణులే మరి. ఇక సూర్యచంద్రు లున్నారని తెలుసుకొని చూడక తప్పనిసరియై ఏదో చూడ డమే కాని చూడాలని చూడడం కాదు.

ఇక గ్రామీణ జీవితంలో అలా కాదు. అందులో వాతావరణపు పాత్ర అతి ప్రధానమైనది. గ్రామీణ ప్రజలు సాధారణంగా నువ్వుల ప్రదేశాలలో ఉంటూ ఎప్పుడూ ఆకాశంకేసే చూస్తూ వాతావరణ పరిజ్ఞానాన్ని వృద్ధిచేసుకుంటూ ఉంటారు. ఇందుకు కారణం వాళ్ళ సమస్త కార్యకలాపాలూ, అర్థికాభ్యుదయం, ఆ మాటకు వస్తే వాళ్ళ మనుగడ యావత్తు ఆకాశంలో కలిగే మార్పులమీదే ఆధారపడి ఉంటుంది. కాళిదాస మహాకవి తన ఋతుసంహార కావ్యంలో కడు సొగసుగా వర్ణించిన ఋతు చక్రమే భారతీయ జానపద జీవిత చక్రం కూడా.

వాషింగ్టన్ ఇర్వింగ్ వ్రాసిన కథలోని రిప్ వాన్ వింకిల్ వలె కాలగమనం తెలియకుండా ఏళ్ళూ - పూళ్ళూ నిద్రించి, ఆ తరువాత ఎప్పుడో హఠాత్తుగా నిద్రలేచిన వారు ఎవరైనా సరే తనకు సుపరిచితమైన పొలాలకేసి ఒక్కసారి చూస్తే చాలు, ఒకటి రెండు వారాల తేడాలో అదే కాలమో తెలుసుకోవచ్చు. మన దేశంలో చాలా ప్రాంతాలలో ఏ బాపతు వ్యవసాయమైనా సరే వర్షాధారం పైనే నేటికీ సాగుతోంది. అందుచేత మన రైతులదరికీ ఆకాశపు తూము లెప్పుడు తెరుచుకుంటాయో మూసుకుంటాయో, అనగా వానలు ఎప్పుడు కురుస్తాయో, ఎప్పుడు కురవవో తెలుసుకోవడం చాలా అవసరం.

భారత ప్రభుత్వంలో మాజీ ఆర్థికమంత్రి ఒకాయన, తాను ఏటేటా సమర్పించే ఆదాయవ్యయ పట్టికలో అంచనాలు అన్నీ కూడా వాన రాకడపై వేసిన జూదపెత్తులు మాత్రమే అని అభివర్ణించినట్టు చెబుతారు. నిజాని కిది భారతదేశపు ఆర్థిక వ్యవస్థలో వ్యవసాయాని కన్న ప్రాధాన్యాన్ని గురించి, ఆ వ్యవసాయం వాతావరణం దయా ధర్మాలపై పూర్తిగా ఆధారపడి ఉండడాన్ని గురించి చక్కగా చిక్కగా చెప్పినమాట. గత శతాబ్దంలో వాతావరణ పరిశీలన శాఖను నెలకొల్పడానికి కారణం వాతావరణ స్థితికీ, దేశాదాయానికి గల సన్నిహిత సంబంధాన్ని ప్రభుత్వం గుర్తించడమే. వాతావరణ స్థితి గురించిన సమాచారం ఎప్పటికప్పుడు ముందుగా తెలియ పరచడమూ, సముద్ర తీరాన తిరిగే పడవుల వ్యాపారానికి సహజాన్ని కలిగించడమూ కాక, ఇతరత్రా ఎంతో హానికరమైన వరదలను కలిగించే తుఫానులను గురించి ముందుగా హెచ్చరించడమూ దేశాని కెంతో అవసరం. వర్షాకాలంలో ఎక్కడెక్కడ ఎంతెంత వర్షం పడుతుందో జాగా ముందుగానే సరిగా సూచించ కలిగితే కూడా చాలా మెలు కలుగుతుంది. మొదట్లో వాతావరణ శాఖ కార్యక్రమమంతా ఇట్టి సూచనలకే పరిమితమై ఉండేది. కాని పౌర విమానయానం వృద్ధి కావడంతో, అందుకు అవసరమైన సమస్త వాతావరణ సమాచారాన్నీ, ముఖ్యంగా ఎక్కడి కక్కడ ఎప్పటికప్పుడు ఎదుర్కోవలసి వచ్చే వాతావరణ పరిస్థితిని ఖచ్చితంగా తెలుసుకోవలసిన అవసరం ఏర్పడడం ఈ శాఖ అనంతర విస్తృతి ఎంతో దోహద మిచ్చింది. ఆ తరువాత యుద్ధావసరాల దృష్ట్యా యీ శాఖలో సిబ్బందిని విపరీతంగా పెంచడమూ వాతావరణ సమాచార ప్రసారంపై కొన్ని ఆంక్షలను విధించడమూ జరిగిందని

అందరికీ బాగా తెలిసిన విషయమే. వ్యవసాయ వాతావరణ ఉపశాఖను ఏర్పాటు చేయడాన్ని బట్టి, వ్యవసాయాభివృద్ధిపట్ల తన అనుభవం మీదనూ, తన వాతావరణ పరిజ్ఞానం మీదనూ మాత్రమే ఇంతవరకూ ఆధారపడుతూ వచ్చిన పేద రైతులపట్ల ప్రభుత్వం తన కర్తవ్యాన్ని మరచిపోలేదనే చెప్పవలసి ఉంది.

దాంతదేశం వంటి వ్యవసాయ ప్రదానమైన దేశానికి వాతావరణం వలన కలిగే బహుళ ప్రయోజనాలను గురించి ఎన్నిసార్లు నొక్కిచెప్పినా చెప్పితగ్గదే. అయితే దేశంలో ఏ ఒక్క విశ్వవిద్యాలయానికి కూడా ఈ శాస్త్రాన్ని బోధించాలని రాని, ఇండుకు సంబంధించిన పరిశోధనలను ప్రోత్సహించాలని గాని ఇంతవరకూ తోచనేలేదని చెప్పవలసి ఉంది. దేశపు యుభ్యవసరాలకూ, విద్యా విదానానికి ఎక్కడా సంబంధం లేకుండా ఉన్నవనానికి ఇవి మరొక మంచి ఉపాహరణ. వాతావరణ విజ్ఞానాన్ని ఇతోధికంగా వ్యాప్తిలోకి తీసుకురావడమూ, దానిపట్ల ప్రజలలో ఎక్కువ శ్రద్ధాసక్తులను పెంపొందించడమూ, పరిశోధనలను ప్రోత్సహించడమూ చాలా అవసరం. ఈ సందర్భములో మన విశ్వవిద్యాలయాలన్నీ అర్జులయిన అధ్యాపకులకు నెలకు ఒక నూరు రూపాయల పేతనం ఏర్పాటు చేసి, వారిచేత ప్రత్యేక కృషి చేయించి వాతావరణశాస్త్ర బోధనను ప్రోత్సహించడమిందని నేను మనసారా మనవి చేయదలచుకున్నాను. వాతావరణ శాస్త్ర సంబంధంగా ఎవరైనా చేయడాని కేమీ లేవనీ, ఒకవేళ ఎమైనా చేయవలసినవస్తే అది అంతా అధికారుల ఆధ్వర్యంలోనే జరుగవలసి ఉన్నదనే అభిప్రాయం లోగడ పరిపాటిగా ఉండేది. అయితే ఇది నిరాధారమూ, ఏ విధంగానూ సమర్థనీయమూ కాని అభిప్రాయం. నిజానికి కేవలం జ్ఞాన సముపార్జన లక్ష్యంతో మాత్రమే పనిచేసే శాస్త్రజ్ఞులు, అసాధికార సంస్థలూ, లేదా విశ్వవిద్యాలయాల వంటి విద్యా సంస్థల ఆధ్వర్యంలో పనిచేస్తూ సత్ఫలితాలను సాధించగలరనే నా విశ్వాసం. ఇట్టి కృషికి అధికారుల ప్రోత్సాహ ప్రోద్బలాలు, సహాయ సహకారాలు కోరి సంతనే లభించగలవని చెప్పడానికి నా చెట్టి సందేహమూ లేదు.

దాంతదేశపు వాతావరణ విశేషాలను ప్రత్యేక విషయంగా పేర్కొనడం సమంజసమే. బొగోకంగా మనదేశపు ఉనికి విచిత్రమైనదీ, విశిష్టమైనదీను. ఉత్తరాన హిమాలయ మహా పర్వతసంక్తులు టిబెటన్ పీఠభూమి నుంచి మనదేశాన్ని పేరుచేస్తున్నాయి. దక్షిణాన ఉన్న దక్కన్ ద్వీపకల్పానికి అటు అరేబియా సముద్రమూ, ఇటు బంగాళాఖాతమూ ఉన్నాయి. ఈ ద్వీపకల్పపు టండులలో తూర్పు,

పశ్చిమ కనుమలు ఏర్పడి ఉన్నాయి. భారతదేశపు రాజకీయ చరిత్రగతితోపాటు వాతావరణ గమనాన్ని సైతం రూపొందించడంలో ఈ భౌగోళిక విశేషాలు విశిష్టమైన పాత్ర వహిస్తున్నాయి. దేశ వాతావరణంలో కొనసచ్చే ప్రాంతీయమైన భేదాలకూ, యుతుసంబంధమైన మార్పులకూ కూడా ఇవే కారణం. అయితే నిజానికి ప్రపంచ వాతావరణంలో భౌతిక వాతావరణం ఒక అంతర్భాగం మాత్రమేననీ, అందుచేత ఈ రెండింటినీ చేర్చి పరిశీలించడం అవసరమనీ మరచిపోకూడదు.

భూమిమీద వాతావరణపు ప్రవర్తన అంతా ఒత్తిడి, ఉష్ణోగ్రత, తేమ అనే మూడింటిమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. కనుక వీటి ఏరివీలైన వాతావరణ శాస్త్రపెత్తకు ఎంతో ముఖ్యమైనది. ఆసక్తిజనకమైనదిన్నీ. భూమ్యుపరితలంమీది వాతావరణాన్ని నిలకడగా ఉంచే ఒత్తిడిలో మార్పు కలిగినప్పుడు, క్షితిజ రేఖను సమానాంతరంగా వాతావరణం చలిస్తుంది. దీనినే పవనం అంటారు. మన భూమిమీద ఒక ప్రాంతంనుంచి ఇంకొక ప్రాంతానికి ఈ పవనాలు ఎడతెగకుండా వీచేటప్పుడు, రెండో భాగంలో పోగుపడిపోయి మొదటిభాగంలో ఖాళీ ఏర్పడాలి కాని అలా జరగడం అసాధ్యం. కనుక ఈ చలనానికి తుల్యమైన ప్రతిచలనం ఇంకోచోట ఉండితీరాలి. అలాంటి ప్రతిచలనం ఉండదగిన చోటు ఏదా అని మనం సహజంగా వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండలాలలో అన్వేషించవలసి ఉంటుంది. కనుకనే వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండలాల స్థితిగతుల పరిశీలనను వాతావరణ శాస్త్ర విచారణలో విశేష ప్రాధాన్యం లభిస్తున్నది నిజానికి భూమ్యుపరితలానికి సమీపంగా వాతావరణంలో ఏమేమి మార్పులు జరుగుతున్నదీ పూర్తిగా తెలుసుకోవాలంటే, ముందుగా ఊర్ధ్వమండలాలలో ఏమేమి జరుగుతున్నదో తెలుసుకొని రెండింటినీ సమన్వయ పరచుకోవలసి ఉంది. అందుకనే గాలి బుట్టలను పెడలి, వాటి గమన విశేషాలను పరిశీలించి వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండలాలలో స్థితి గతులను గుర్తించి వ్రించనున్న వాతావరణ పరిశీలకునికి రేడియోసంజ్ఞలద్వారా తెలియజేయగల స్వయంచోదకమురైన పరికరాలను అమర్చిన గాలి బుట్టలను పెగుటవేసి, వాతావరణ శాస్త్రజ్ఞులు ప్రతిరోజు వాతావరణపు ఊర్ధ్వమండల విశేషాలను తెలుసుకుంటూ ఉంటారు. ఏదేదీ క్రమం తప్పకుండా నిర్ణీత కాలంలో వానలు కురవడానికి కారణభూతమైన నైఋతి యుతుపవనాలూ, ఈ శాస్త్ర యుతుపవనాలనుబట్టి మనదేశంలో పెక్కు ప్రాంతాలలో వివిధ ప్రమా

జాలలో సంభవించే వర్షపాతం ఉంటూ ఉంటుంది. భారతదేశపు వ్యవసాయ ఆర్థిక వ్యవస్థకు ఈ ఋతుపవనాలే జీవగర్భ. ఈ ఋతుపవనాల ప్రభావంవల్ల వానలు ఎడతెగకుండా ఎల్లప్పుడూ కురవవనీ, తమతో తేమనీ, వర్షాన్నీ తీసుకుని సముద్రంలో ఏర్పడి నేలమీదకు వీచే వాయుగుండాలు ఏర్పడినప్పుడు మాత్రమే కురుస్తూ ఉంటాయని అందరికీ తెలిసిన సంగతే. ఈ వాయుగుండాలు అప్పుడప్పుడు అనుకూల వ్యవధిలో ఏర్పడుతూండడం వలన కలిగే వర్షం మన వ్యవసాయానికి ఎంతో లాభదాయకం. అందుచేత ఈ వాయుగుండాలు ఎప్పుడు ఎక్కడ ఎలా ఏర్పడి, ఏ దిశగా ఎంత పేగంలో ప్రయాణం చేస్తాయో తెలుసుకోవడం అందుకు సంబంధించిన సమస్యల పరిశీలన భారతీయ వాతావరణ పరిశీలన కృషిలో ప్రధానాంశాలు.

దేశంలోని వివిధ ప్రాంతాల వాతావరణ స్థితులలో వ్యత్యాసం చాలా ఉన్నదని చెప్పక తప్పదు. వాతావరణ స్థితిలో ఎన్ని రకాల భేదాలు ఉండడానికి వీలుందో ఎన్ని ఉన్నాయో అవి అన్నీ కూడా కొంచెం హెచ్చు తగ్గుగా మన దేశంలో ఉన్నాయని చెప్పవచ్చు. ఇందుకు వర్షపాతాన్నే ఉదాహరణగా తీసి కొందాం. చిరపుంజిలో సమ్మలేనంత హెచ్చుగా కుంభవృష్టి, బెంగాలులోనూ, పడమటి కనుమలలోనూ అతివృష్టి, దక్కన్ ద్వీపకల్పంలో, ఆగ్నేయ ప్రాంతాలలో పరిమిత వృష్టి, దేశపు లోతట్టు ప్రాంతాలలో అనావృష్టి, రాజపుత్ర స్థానంలో ఒక చినుకుచూడా రాలని ఎడారి, ఉత్తర హిందూస్థానంలో కొన్ని కొన్ని ప్రాంతాలలో మంచు కురువడమూ, పొగమంచు కమ్ముకోవడమూ చూడా, పరిపాచే. దక్షిణాదిని ఏ కొండకొమ్మునో తప్ప సాధారణంగా పొగమంచు తక్కువ. దక్షిణాదిని తిరువనంతపురంలో ఏటి కేడాది పొడుగున. ఎల్లప్పుడూ తేమతో తెకతెక లాడించే వేడి వాతావరణమూ, అలాగే ఉత్తరాదిని పెక్కుచోట్ల వేసవిలో పుండిపోయే ఎండలూ, ఎడగాడ్పులూ, శీతాకాలంలో చక్కగా ఎండ రాస్తున్నా. ఎముకలు కొరికే చలీ శీతోష్ణస్థితిలో వాతావరణంలో ఉండగల గరిష్ట తారతమ్యాలకు మంచి నిదర్శనాలు. మన దేశంలోని వివిధ ప్రాంతాలలో వాతావరణ స్థితి ఒక్కొక్క విధంగా ఉంటుంది. దీనినే ప్రాంతీయ వాతావరణం అనవచ్చు. అందుచేత ప్రాంతీయ వాతావరణానికి, ఆ ప్రాంతంలోని వారు నిత్య జీవితంలో అనుక్షణం ఎదుర్కోవలసి వచ్చే సమస్యలకి గల సంబంధం ఏమిదో పరిశీలించడం చాలా అవసరం.

వాతావరణ శాస్త్రాధ్యయనం ఆవశ్యకతను గురించి, ముఖ్యంగా భారత దేశపు వాతావరణ స్థితిగతులను సంబంధించిన పరిశీలనా పరిశోధనలను కొనసాగించవలసిన అవసరం గురించి, మన విశ్వవిద్యాలయాలకు ఇతోధికమైన శ్రద్ధాసక్తులతో అధితి బోధాచరణలకు పూనుకోవలసిందని అధ్యాపకులటా, విద్యార్థులటా మరొకసారి విజ్ఞప్తి చేస్తూ ఈ ప్రస్తావనను ముగించదలచాను. తేవలం వైజ్ఞానిక దృక్పథంతోనే కాకుండా, మనందరి మనుగడకు ముఖ్యమైన వ్యవసాయ పరిశ్రమ దృష్ట్యా చూడా వాతావరణ శాస్త్రాధ్యయనంతోపాటు పరిశోధనలను సైతం ఇతోధికమైన శ్రద్ధాసక్తులతో కొనసాగించడం వలన విశేష, మైన మేలు చేచారగలదనే నా విశ్వాసం.

11. గాజు అద్భుత గాథ

నేడు మసదేశంలో పరిశ్రమాభివృద్ధికి ప్రత్యేక ప్రాధాన్యం లభిస్తోంది. అందుచేత విజ్ఞాన వికాసానికి, పరిశ్రమల అభివృద్ధికి గల పరస్పర సంబంధాన్ని స్పష్టంగా నిరూపించే ఉద్దేశంతో ఒక దానిని విపుల సమీక్షద్వారా ఇప్పుడు మీరు పరిచయం చేయదలచాను. ఆ పుస్తకం పేరు “ది ప్రాపర్టీస్ ఆఫ్ గ్లాస్” (తెలుగులో గాజుయొక్క స్వరూప స్వభావాలు) రచయిత శ్రీ జి. డబ్ల్యు. మోరేన ఈయన వాషింగ్టన్ లోని కార్నేజ్ ఇన్ స్టిట్యూట్ లో చూ భౌతికశాస్త్ర పరిశోధ. కాలలో పనిచేస్తున్నారు. ఇది 560 పుటల ఉద్దేశంతో. అమెరికన్ కెమికల్ సొసైటీవారు ప్రచురించే వైజ్ఞానిక. సాంకేతిక గ్రంథమాలలో ఇరవై ఏడోది. ప్రచురణ : రై నోహోర్డ్ పబ్లిషింగ్ కార్పొరేషన్, న్యూయార్క్, వెల 12 చాలర్ల 50 సెంటు (అంటే సుమారు రూ రూపాయలు).

నిజానికి గాజు పరిశ్రమ, ఈ పుస్తకము మొదటి ప్రకరణములో శ్రీ మోరే చెప్పినట్లు, మానవజాతి నాగరికత తొలిదశలోనే ప్రారంభమైంది. అబ్సిడియన్ అనే ఖనిజ రూపంలో ప్రకృతి సిద్ధంగా గాజు దొరుకుతుంది. అమ్మల మొనలూ, ఈటె కొనలూ, కత్తులు, కటార్లు, సులువుగా తయారుచేయడానికి పలుగా పడునైన ముక్కల క్రింద కావలసినంత పొడుగుగా, సులభంగా విరుచుకోగలిగిన పెళుసు పదార్థమని ఆదిమ మానవుడు స్వానుభవంచేత తెలుసుకున్నాడు. రాలి యుగపు సంస్కృతికి చెందినవారు దీనిని ఈ విధంగానే విరివిగా వాడుక చేసేవారు. గాజును కృత్రిమంగా తయారుచేయడం ఎలాగో కూడా అనాటి వారికి తెలుసు చూడగా గాజును తయారుచేయడం ఎలాగో ప్రాచీన కాలంలోనే చైనా, మెసపొటేమియా ఈజిప్టు దేశస్థులందరికీ తెలుసుననిపిస్తుంది. రోమన్ సామ్రాజ్యపు తొలినాళ్ళ లోనే గాజు పాత్రల తయారీ ఖరీ పరిశ్రమగా వర్ధిల్లింది. అప్పటికే గాజు సామానులు వాడకం దాగా పరిపాటి అయిపోయింది. మధ్య యుగాలనాటికి వెనీస్

పట్టణం గాజు పరిశ్రమకు గొప్ప కేంద్రంగా రూపొందింది. అదమైన నమూనా లకూ, నేర్పరులైన పనివారికీ నిలయమైంది. ఆ పేరు దానికి నేటికీ చెల్లుతూనే ఉంది.

పందొమ్మిదో శతాబ్దంలో గాజు పరిశ్రమ విశేషంగా అభివృద్ధి చెంద దానికి ప్రధాన కారణం గాజు కటకాలకు వైజ్ఞానిక పరిశోధనలలో ప్రత్యేక ప్రాధాన్యం లభించడమే. విజ్ఞానిక ప్రపంచం అంతలోనూ ఉత్పత్తి అయ్యే మొత్తం గాజులో చాలా స్వల్పభాగం మాత్రమే కటకాల తయారీకి వినియోగమవుతున్నది. అయితే ఈ కటకాలను మాత్రం నిర్దిష్ట ప్రమాణాలను పాటిస్తూ నిర్దుష్టంగా తయారు చేయవలసి ఉంది. కటకాల తయారీకి ఉపయోగించే గాజు కరగని కణాటా, గాలి బుడగలు వగైరా లేకుండాను, అంతా ఏకసమంగా, ఒకే రకంగా ఒకే ప్రమాణంలో ఉండాలి. ఏ విధమైన రంగు లేకుండా స్వచ్ఛంగా అమలంగా ఉండాలి. నిర్దిష్ట ప్రమాణాల ప్రకారం ప్రకాశ పక్రీణవన గుణాన్ని (రిఫ్రాక్టివ్ ఇండెక్స్), వెలుతురును పిల్లేషించే గుణం (డిస్పర్షన్) కలిగి ఉండాలి. ఇట్టి నిర్దిష్ట ప్రమాణాల ప్రకారం గాజును తయారుచేయ బూనినవల్ల గాజు తయారీకి సంబంధించిన సాంకేతిక విజ్ఞానం ఎంతగానో పెంపొందింది ఇందువల్ల రకరకాల గాజులను చక్కగా చొకగ తయారుచేయడానికి వీలైంది. జర్మనీలోని బైర పట్టణంలో షాప్, అదే అనే వైజ్ఞానికుల సమిష్టి కృషి ఇందుకు ఎంతో దోహదకారి అయింది. వీరుభయల కృషి ఫలితంగా కటకాల తయారీకి సునిశితమైన రకరకాల గాజులను తయారుచేసే పద్ధతులలో విప్లవాత్మకమైన మార్పులన్నీ వచ్చాయి. ఈ సందర్భంలో చాడు కనుగొన్న కొత్త పద్ధతులవల్ల మొత్తం గాజు పరిశ్రమ కంతకూ ఎంతో లాభం చేకూరుతుంది.

గాజును నిర్వహిస్తున్న పనివాడు కడు వ్యయ ప్రయాసలకోర్కీ తయారు చేయవలసి వచ్చే ఆ రోజులలో దానిని ఎంతో విలువైన అభిమాన ద్రవ్యంగా పరిగణించడమే చాక వేషభాషలలో విశేషంగా చాడుక చెనేవారు. నాటినుంచి నేటివరకు అభరణ ప్రియులైన వారందరినీ గాజు అలంకార వస్తువుగా అలంకరిస్తూనే ఉంది. కాని ఇతరత్రా దానికి గల ఆసంఖ్యాక ప్రయోజనాలలో అది స్వల్పమాత్రమేనని చెప్పాలి.

ద్రౌణిగూకులూ రెక్కలు చుక్కలు చేసుకోవలసిన పనిలేకుండా రావలసిన సరుకు సంతనీ భారీ ప్రమాణంలో త్వరత్వరగా తనంత తానే ఉత్పత్తి చేయ

గల స్వయం చోదకములైన యంత్రాలు కనిపెట్టడంతో గాజు పరిశ్రమ కూడా ఈ శతాబ్దంలో విరివిగా వృద్ధి చెందింది. రకరకాల సీసాలు, జాడీలు, పానపాత్రలు, చిమ్మీలు, రేడియో గొట్టాలు, బిచ్చులు, కోట్ల ప్రమాణంలో యీ యంత్రాల తోడ్పాటుతో నేడు ఉత్పత్తి చేయబడుతున్నాయి. స్వయంచోదకములైన భారీ పోతయంత్రాల సాయంతో ఉరువూ, బరువూ కలిగి చిరకాలం మన్నే గాజు సామానులు విరివిగా తయారు చేస్తున్నారు. వైజ్ఞానిక పరిశోధన శాలలకు కావలసిన సమస్త సాధన సామగ్రినీ కూడా నిర్ణీత ప్రమాణాల ప్రకారం తరచుగా యంత్రాల సాయంతో తయారు చేస్తున్నారు.

ఈ విధంగా గాజు అనేక విధాల ఉపయోగపడుతున్న దంటే అందుకు కారణం తదనుకూలమైన భౌతిక లక్షణాలు చాలా ఉండడమే. కొంచెం వేడిచేసి సులువుగా యిష్టంవచ్చిన ఆకారానికి మలచడానికి వీలుండడం, చల్లారిన తరువాత యెట్టి మార్పులూ లేకుండా ఆయా రూపులలో అలాగే నిలిచి వుండగలగడం, ద్రవాలను, వాయుద్రవ్యాలను చొరనివ్వకపోవడం, నీటిలోగాని శక్తివంతములైన రసాయన ద్రవ్యాలలోగాని కరిగిపోకుండా వుండడం, యితర పదార్థములను అరిగించుకునే స్వభావంగల తీవ్ర వాయువులూ, రసాయన ద్రవ్యాలూ తగిలి ఏ విధమైన రసాయనిక మార్పునూ పొందకుండడం, స్థితిస్థాపక శక్తితోబాటు సహజమైన మన్నిదా, బలమూ కలిగి వుండడం, శీతోష్ణాదిభేదాలకు త్వరలో లొంగిపోకుండడం, గట్టితనం, పారదర్శకత్వం, అనేక రంగులలో తయారు చేయడానికి వీలుండడం, విద్యున్నిరోధకం కావడం మున్నగునవి గాజు ముఖ్య లక్షణాలలో కొన్ని. గాజులో కలిసే వివిధ మూల ద్రవ్యాల రసాయన సమ్మేళనపు నిష్పత్తిని బట్టి దాని లక్షణాలు చాలావరకు నిర్ణయమవుతాయని వైజ్ఞానిక పరిశోధనలవల్ల నిరూపితమైంది. పైగా ఈ నిష్పత్తిలో తగు విధమైన మార్పులు చేయడం ద్వారా ఆయా గాజు రకాల స్వరూప స్వభావాలను పూర్తిగా మార్చివేయవచ్చునని కూడా ఋజువైంది. విజ్ఞానిక యిట్టి వైజ్ఞానిక పరిశోధనల ఫలితంగా గాజు పరిశ్రమ యిదివరకే విశేషంగా అభివృద్ధి చెందింది. ఈ సందర్భంలో అమెరికా కార్పింగ్ గ్లాసు కంపెనీ ఆధ్వర్యాన కొనసాగిన పరిశోధనల ఫలితంగా వేడివలన రసాయనిక ద్రవ్యాల వలన సాధారణంగా యెలాంటి మార్పునూ పొందకుండా యెంతో బలాన్ని కలిగి వుండే గాజు రకాలను తయారుచేసే పరిశ్రమ విశేషంగా వృద్ధి పొందింది. ఆ సంస్థ వారు ప్రత్యేకంగా తయారుచేసిన 'పైరెక్స్ గ్లాస్' అనే గాజు రకాన్ని గురించి

కాలిఫోర్నియాలోని మౌంటువలమోర్ గ్రహవేధశాలలో వెలకొల్పబడిన దూర దర్శినికి కావలసిన రెండువందల అంగుళముల వ్యాసము కల అద్దములను గురించి అందరికీ తెలిసే వుంటుంది.

గాజు ఉత్పత్తిదారుల అభిరుచులను గురించి. ఆలోచనా సరణి గురించి శ్రీ మోరేకు చాలా తెలుసు. ఆ విషయమై ఆయనకు శ్రద్ధాసక్తులు ఎక్కువ. తన పుస్తకంలో ఆయనకు గాజు లక్షణములను గురించి యింతవరకు లభించిన సర్వ సమాచారాన్ని సదా సద్వివేచనతో క్రమపద్ధతిలో పొందుపరచి అందించారు. గాజు భౌతిక లక్షణాలలో ఇరవై ప్రత్యేక విశేషాలను గురించి ఇరవై ప్రత్యేక ప్రకరణాలలో ఖుణ్ణంగా చర్చించారు. ఈ సందర్భంలో బజారులో సామాన్యంగా విరివిగా దొరికే గాజు రకాలను గురించి మాత్రమే కాక, గాజు తయారీకి సంబంధించిన ప్రత్యేక వైజ్ఞానిక సూత్రాలను వివరించడానికి వీలైన యితర సామాన్య గాజు రకాలను గురించి కూడా విపులమైన ఉదాహరణ లిచ్చారు. ఈ గ్రంథంలో పేర్కొన్న వివిధ ప్రయోగాల ఫలితాలు, ఆయన ఆయనతో కలసి వాషింగ్ టన్ లోని జియోపిజికల్ రేటోరేటరీలో పనిచేసిన సహ వైజ్ఞానికులూ స్వయంగా సాధించినవే! పచ్చాయిగేళ్ళ కృషి ఫలితమే యీ ఉద్గ్రంథమని గ్రంథాదిని శ్రీ మోరే చెప్పిన మాట. గ్రంథం చదివిన తరువాత నిజమే అనిపించడంలో వింతేమీ లేదు.

వస్తుతః గాజు నిర్మాణమును వివరించే చిట్టచివరి ప్రకరణం ఒక ఎత్తు. మిగతా పుస్తకం అంతా ఇంకొక ఎత్తును. ఇది విషయ ప్రమాణంలో చాలా గొప్పది. పరిమాణంలో చాలా చిన్నది. ఇదేమీ ఆశ్చర్యకరమైన విషయం కాదు. ఇందుకు కారణం గాజు నిర్మాణ రహస్యానికి సంబంధించిన ప్రచార సమస్య పరిష్కారానికి గడచిన రెండు దశాబ్దాలలోను తీవ్రమైన పరిశోధనలు బహు విస్తృతంగా జరిగినా, అది నేటికీ; అపరిష్కృతంగానే వుండిపోయింది. ప్రకృతి సిద్ధంగా దొరికే అబ్బీడియన్. గ్రానైట్ అనే నల్ల రాయి, ఈ రెండింటికి మధ్య గల తారతమ్యాలను ఉదాహరించి యీ సమస్యను వివరించవచ్చు. కొంచెం హెచ్చుతగ్గుగా ఈ రెండింటిలోని రసాయన సమ్మేళనం ఒకచే అయినప్పటికీ వాని నిర్మాణ క్రమంలో స్వరూప స్వభావాలలో మాత్రం చాలా తేడాలున్నాయి. నల్ల రాయి ముతకరకం మోటు స్పటికం. ఇందులో ఉన్న స్పటికశీల (క్వార్ట్జ్) భీస్పటికం (పెల్లిఫార్) అభ్రకము (మైకా) తాలూకు చిన్న చిన్న భాగాలన్నీ

మన కంటికి సులభంగా కనబడతాయి. ఇంక అబ్సిడియన్ ఎట్టిదంటే పిండివలె ఒక నిర్మాణ క్రమమంటూ లేని ఘనద్రవ్యం. స్పటిక శిలా, భూ స్పటికమూ అత్రకమూ వీని స్పటికములలో పరమాణువులు ఒక అద్భుత క్రమంలో తీర్చిదిద్ది నట్లు అమరిఉంటాయని ఎక్స్ కిరణ పరిశోధనల వలన నిరూపితమైంది. ఇంత పిండివంటి ఘనద్రవ్యంలోనూ, లేనా గాజులోను పరమాణు క్రమాన్ని నిరూపించే ఎక్స్ కిరణ చిత్రములు, ద్రవ ద్రవ్యముల ఎక్స్ కిరణ చిత్రములలో దగ్గర పోలికలు కలిగి ఉంటాయని తేలింది. గాజు నిర్మాణం, సిలికాన్ సైకత ద్రవ్యం పరమాణువుల చుట్టూ ఆచ్ఛజని పరమాణువులలో నిండివుంది. మూడు పరిమాణములలో అద్దదిద్దముగా అల్లబడిన దోమ తెరవలె ఉండవచ్చునని అధునిక వైజ్ఞానికులు అభిప్రాయపడుతున్నారు. ఈ వలలలో కొన్ని కొన్ని సోడియమూ, కాల్షియమూ వంటి లోహముల పరమాణువులు వుంటాయి. గాజు నిర్మాణంలో అన్నీ ఒక క్రమంలో పునరావృతం కాకపోవడం చేత స్పష్టంగా స్పటికాకార నిర్మాణంలో వలె ఉండదు. గాజు నిర్మాణ సైచిత్ర క్రమబద్ధమైనది కాక పోవడంవల్ల, దాని రసాయనిక సమ్మేళనంలో ద్రవ్యాల నిష్పత్తి నిర్దిష్టంగా ఉండజాలదు. గాజు రసాయనపు నిష్పత్తిని విస్తృత ప్రాతిపదికపై ఇష్టం వచ్చినట్లు మార్చవచ్చునన్నది తెలిసినదేకదా. గాజు రకాలన్నింటిలోకి శుద్ధమైన సిలికాన్ డయాక్సైడ్ అసగా కరిగిన స్పటిక శిల. లేనా స్పటిక రూపంలో వుండే సిలికా సర్వశ్రేష్టమైనది. అయితే యిది బహు వ్యయ ప్రయాసైక సాధ్యమైనది మాత్రమే కావడంచేత, ఏదో కొన్ని ప్రత్యేక ప్రయోజనాల కోసమే దీనిని వాడుక చేస్తున్నారు.

గాజును గురించి శ్రీ మోరే వ్రాసినది మిక్కిలి పాండిత్య ప్రకర్ష కల ఉద్గ్రంథమని వేరుగా చెప్పనక్కరలేదనుకుంటాను. ఇది రచయితకూ, ప్రచురణ కర్తలకూ గ్రంథమాలకూ ఎసలేని గౌరవాన్ని చేకూర్చే ఉత్తమ గ్రంథం. ప్రచాసంగా జ్ఞాన లాభం కలిగించే గ్రంథం. అసలు యిట్టి సాంకేతిక గ్రంథాలు మరొక విధంగా ఉండడానికి ఎంతమాత్రం వీలులేదు. కేవలం తోచిన విధంగా తొందర పాటు చేసే ప్రయత్నముల వలనగాక, శాస్త్ర పరిశోధనోత్సాహ భరితమైన ఓర్పుతో నేర్పుగా కృషి చేయడం వల్ల నే నిజమైన పారిశ్రామికాభివృద్ధి సాధ్యమవుతుంది అనే అంశం దీనిని చదవడంవల్ల విధితమవుతుంది.

12. వాతావరణంలో విద్యుచ్ఛక్తి

ఒక జాలరి సమద్రంలోకి వలను విసిరి సాలమన్ రాజు ముద్రతో ఉన్న సీసపు మూత గల బరువైన ఇత్తడి సీసాను పైకి తెచ్చిన కథ 'అరేబియన్ నైట్స్' గ్రంథంలోనిది. సీసాలో ఏముందో చూద్దామని ఆ జాలరి మూతను ఊదదీపే సరికి, అందులోనుంచి ఆరాళం అంత ఎత్తుందే బ్రహ్మాండమైన భూతం ఒకటి పైకి చూచి తక్షణమే, దారుణంగా చంపివేస్తానని ఆ జాలరిని బెదిరించింది. కాని వాడు దాని ఎత్తుకు పై ఎత్తువేసి, ఆ భూతాన్ని మెల్లిగా మళ్ళీ సీసాలోకి పెళ్ళి బట్టు చేసి, అది ఇంకెప్పుడూ తిరిగి బయటకు రావమనికి వీలులేకుండా మూతను యథాప్రకారం బిగించేశాడు. అప్పుడా భూతం. ఎంతో భయభక్తులతో జాలరి చెప్పుచేతలలో మసలవలసి వచ్చిందట

ప్రకృతి శక్తులను మానవుడెట్లు వశపరచుకున్నాడో చెప్పడానికై ఈ జాలరి భూతం కథ ఒక మంచి సామ్యం. ఈ ప్రకృతి శక్తులు విశ్రాంతి స్థితిలో అపాయకకరమైనట్టివీ, వినాశకరమైనట్టివీ, ప్రమాదకరమైనట్టివీని. కాని ఒకసారి అవి హఠాత్తులలోనికి తెచ్చుకో గలిగిన తరువాత మాత్రం వాటిని మన ఇష్టానుసారం లొంగిదీయవచ్చును. ఇందుకొక మంచి ఉదాహరణ : విద్యుచ్ఛక్తి. అది నేడు మనకు ఎన్నో విధాల సమర్థకంగా. సార్థకంగా ఉపిగం చేస్తున్నది. అపూర్వమూ ఆశ్చర్యకరమూ అయిన ఈ అద్భుత శక్తిని మనం ఈనాడు సర్వసామాన్యమైన విషయంగానే పరిగణిస్తున్నప్పటికీ నిజానికి అది అజ్ఞాతమూ, అగాధమూ అయిన విజ్ఞాన జలధి గర్భం నుండి అమూల్య జ్ఞాన నిధులను సంపాదించడానికి, ప్రాణా లొడ్డి ప్రభమంగా పరిశోధనలు సాగించిన ప్రముఖ విజ్ఞానుల కృషి ఫలితంగానే మనకు అందుబాటులోకి వచ్చింది.

విద్యుచ్ఛక్తి రొలి చరిత్ర మనోజ్ఞమైనది. దానిలో సుప్రసిద్ధ అమెరికన్ రాజనీతిజ్ఞుడు, తర్వాజ్ఞుడు అయిన బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ పాత్ర అత్యంత ఆకర్ష

జీయమైనది. అది 1746. అప్పుడు నల్లబై ఏళ్ళ నడివయస్సులో ఫ్రాంక్లిన్ కి విద్యుచ్ఛక్తి పరిశీలన పట్ల తొలిసారిగా ఎంతో ఆసక్తి కలిగింది. అతంట విద్యుచ్ఛక్తి స్వరూప స్వభావాలను తెలుసుకునే నిమిత్తం వివిధానేక ప్రయోగాలు చేశాడు. ఈ సందర్భంలో 1756 లో ఆయన చేసిన ప్రయోగం జగద్విఖ్యాతమైనది. ప్రళయకాల భయద జీమూతోరుగళ గంభీర ఫెళఫెళార్చటలతో కుండ పోతగా వాన కురుస్తున్నప్పుడు కనబడే మెరుపు విద్యుల్లత తప్ప మరేమీ కాదని, ఇది ప్రయోగశాలలో స్వల్పావధిని సాధించిన విద్యుత్తు ఒకటేనని తాను లోగడ చెప్పినదానిని సోదాహరణంగా ఋజువు చేశాడు. నాటి నుంచి నేటివరకూ అనేక మంది భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులు వాతావరణంలోని విద్యుచ్ఛక్తిని గురించి నిరంతరాయంగా, నిత్యోత్సాహంగా అవిరళమైన ఆసక్తితో పరిశోధనలు చేస్తూనే వున్నారు. అప్పటి నుంచి ఇప్పటికి సుమారు రెండు శతాబ్దాలు గతించినా, దీనిని గురించి సమగ్ర పరిశోధన సంపూర్తిగా జరిగిందని చెప్పటానికి లేదు. నిజానికి ఉరుముతున్న మేఘాల మధ్య రకరకాలుగా ప్రత్యక్షమయ్యే విద్యుచ్ఛక్తి విలాసపు స్వరూప స్వభావాలను నిర్ధారించటానికి, నిర్వచించడానికి నేటికీ తర్జన భర్జనలూ, పరిశోధనలూ జరుగుతూనే వున్నాయి.

కేవలం పైజ్ఞానిక దృష్టితోనేమి, యితర ప్రత్యక్ష ప్రయోజనాల దృష్టితోనేమి మెరుపును గురించిన పరిశీలన ఎంతో ఆసక్తికరమైనది. పిడుగు యొక్క విధ్వంసక శక్తి లోక విదితం. ఎత్తయిన భవనాలను పిడుగుపాటు నుంచి కాపాడే నిమిత్తం ఆకసంవైపు సన్నని కొనలుగల పొడుగాటి లోహపుకడ్డీలను పై అంతస్తు నుంచి పునాదుల వరకు అమర్చడం మంచిదని ముందుగా సూచించిన ఘనత బెంజమిన్ ఫ్రాంక్లిన్ దే. ఆనాటి నుంచి ఈ సూచన బాగా వాడుకలోకి వచ్చింది. మెరుపుల దుష్ప్రభావం విద్యుచ్ఛక్తి సరఫరా చేసే తీగలమీద, రేడియో ప్రసారంమీద విశేషంగా కనబడుతూ వుంటుంది. పైగా వాతావరణంలో విద్యుత్పరిణామానికి, వాతావరణ విజ్ఞానానికి సన్నిహిత సంబంధం కలది కావడంచేత, మెరుపును గురించిన పరిశోధనలు ఎంతో ముఖ్యమైనవి.

ప్రయోగశాలలో కృతకంగా సృష్టించిన విద్యుల్లతను, ఆకసంలో కనబడే సహజమైన మెరుపుతో పోల్చి చూడదలచినప్పుడు, ఈ రెండింటి పరిణామాల మధ్యగల విశేష తారతమ్యాన్ని మరచిపోకూడదు. అయితే కొన్ని కోట్ల వోల్ట్లల శక్తిమంతమైన విద్యుచ్ఛక్తిని, కొన్ని గజాల పొడుగైన మెరుపులనూ సృష్టించ

గలిగిన విద్యుద్యంత్రములు అనేక ప్రయోగశాలలలో నేడు వాడుకలో ఉన్నాయి. అయితే ప్రయోగశాలలలో సృష్టించగలిగిన వాటన్నింటిలోనూ పొడుగైన విద్యుత్త కంటే ఆకసంలో మెరుపు అనేక వేల రెట్లు పొడవుగా ఉంటుంది. ఉరుము తున్న మేఘములలో మెరుపులకు కావలసినంత విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి కావడం ఆశ్చర్యకరమైన విషయమే. ఉరుములతో, మెరుములతో గర్జిస్తూ ఉండే మేఘాలను పరిశీలించినప్పుడు, అవి అతివేగంగా ఊర్ధ్వాభిముఖంగా పోతుండే గాలిలో చిక్కుకుపోయి దానితోపాటు పయనిస్తున్నట్లు స్పష్టమౌతుంది. ఉరుములతో కూడిన మేఘాలకుండే సహజ లక్షణాలలో ఈ ఊర్ధ్వ చలనం ఒకటి. పెగా మేఘ భాగముల మధ్యనుండి విద్యుచ్ఛక్తిని వేరుచేయడానికి అవసరమైన భౌతికశక్తి సైతం ఈ ఊర్ధ్వ చలనం వల్లనే లభించుచున్నట్లు స్పష్టం. ఊర్ధ్వాభిముఖమైన వాయు ప్రవాహం తన వెంట ధన విద్యుత్తునో, ఋణ విద్యుత్తునో ఏదో ఒక దానిని అధిక ప్రమాణంలో తీసుకొనిపోవడంవల్ల, దాని క్రింద నున్న మేఘ భాగంలో తద్వ్యతిరేకమైన విద్యుత్ప్రవాహం అధిక ప్రమాణంలో చేరుకుంటుందని భావించడం సహేతుకమే. పరస్పర విరుద్ధములైన రెండు విద్యుచ్ఛక్తులు ఇలా విడదీయబడి మేఘములో చెరాకవైపు చేరినప్పుడు, ఆ రెండు భాగములూ విభిన్న విద్యుదావేశం పొందుతాయి. పరస్పరవిరుద్ధమూ, విభిన్నమూ అయిన ఈ రెండు విద్యుదావేశముల పరస్పరాకర్షణ క్రమంగా పెరిగి, అంతవరకు వాటిని విడదీసి ఉంచిన వాయునిరోధం క్రమంగా బలహీనమై, చివరకు భంగమైపోయినప్పుడు అవి ఒక్కమ్మడిని కలుసుకుంటాయి. ఆ క్షణంలో మెరుపు పుడుతుంది.

పెద్దపెద్ద నీటి బిందువులు చిన్న చిన్న నీటిబిందువులకంటే చాల త్వరగా గాలిలోనుంచి క్రిందికి పడతాయనీ, నీటి బిందువులు చిన్నవైనకొలదీ క్రిందకు పడడానికి బదులు ఊర్ధ్వాభిముఖమైన వాయు ప్రవాహంతోబాటు పైకి తీసుకొని పోబడతాయనీ జ్ఞాపకం ఉంచుకుంటే, ఉరుముతున్న మేఘములోని విద్యుచ్ఛల నము బాగా అర్థమవుతుంది. ధన విద్యుదావేశమునో, ఋణ విద్యుదావేశమునో విశేషంగా పొందిన పెద్దపెద్ద నీటి బిందువులు క్రిందికి పడినప్పుడు, వానితోపాటు సందర్భానుసారంగా ధాత్మకమో, ఋజాత్మకమో అయిన విద్యుత్ప్రవాహం అదోగమి అవుతుందనీ, అలాగే తద్విరుద్ధమైన విద్యుదావేశం ఎక్కువగా కలిగిన సూక్ష్మజల బిందువులతోబాటు అందుకు సంబంధించిన విద్యుత్ప్రవాహం ఊర్ధ్వ

గామి అవుతుందనీ. అందువల్ల మేఘములో విద్యుద్విశేషణ జరుగుతుందనీ వేరే చెప్పనవసరంలేదు.

ఈ సందర్భంలో సర్ జార్జి సింప్సన్, ఆచార్య సి.టి.ఆర్. విల్సన్లు ఇద్దరూ చెరొక వాదాన్ని ప్రతిపాదించారు. ఉభయులూ తమ తమ వాదనలను నిరూపించుకోడానికిగాను ప్రయోగాత్మకమైన ప్రత్యక్ష సాక్ష్యాన్ని చాలా ఉదహరించారు. ఉరుములతో, మెరుపులతో కూడిన మేఘములలోని స్థితిగతులనుబట్టి ఊర్ధ్వగామియైన వాయు ప్రవాహముతోబాటు పైకి వెళ్ళే నీటిబిందువులకు వాటి వాటి పరిణామాలనుబట్టి ఋణాత్మకమో, ధనాత్మకమో అయిన విద్యుదావేశం కలుగుతుందని వీరుభయులూ చేసిన ప్రయోగాలు ఋజువు చేశాయి. అయితే వీరుభయుల ప్రతిపాదనలలో ఏది సత్యమో, ఏది నిత్యమో ఇంకా పూర్తిగా తేలనందున వివరాల జోలికి పోనవసరంలేదు. అయితే పరస్పర విరుద్ధములైన ఈ రెండు సిద్ధాంతాలలోను ఏది సరియైనదో తెలుసుకోవాలనే కుతూహలంతో ప్రయోగాలలోనూ, ఇతరత్రాను కూడా ఎంతో కృషి జరిగింది. ఇందుకు సంబంధించిన యావద్విశేషాలనూ తెలుసుకోవడానికి చర్చలూ, వాదోపవాదాలూ, ప్రయోగాలూ, పరిశీలనలూ చాలా జరిగాయి. ఉరుములు, మెరుపులతో కూడిన మేఘములలో జరిగే విద్యుద్విశ్లేషణ ప్రమాదాన్ని కొలవడానికి, మేఘములోపలా, వెలుపలా ఉండే విద్యుత్ క్షేత్రముల బలమును లెక్కించడానికి విపులమైన సన్నాహాలతో విశేష పరిశ్రమకై సాధ్యమైన కృషి చాలా జరిగింది.

మేఘములలో మెరుపు స్వరూప స్వభావములను గురించి, దాని కాల పరిమితిని గురించి మెరుపు మెరిసేటప్పుడు, మెరిసేచోట, పరిసరాలలోని విద్యుత్ స్కండలంలో జరిగే మార్పులను గురించి అసక్తిజనకమైన పరిశోధనలు ఇటీవల చాలా జరిగాయి. ఈ సందర్భంలో అమిత వేగంతో కదలిపోయే 'ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిలిమ్' మీద మెరుపును చాలా చిత్రంగా సంగ్రహించడానికి తగు ఏర్పాట్లు చేశారు. ఇందువల్ల ఒకదాని నొకటి అనుసరిస్తూ ఒకే మార్గంలో పయనించే రక రకాల మెరుపులను సులువుగా విడదీసి ప్రత్యేకంగా చూపడానికి వీలైంది. పైగా ఈ ఫిలిమ్ను తగినంత వేగంతో త్వరితగతిని కదపగలిగిననాడు ప్రతి మెరుపు యొక్క వృద్ధి క్షయాలను, అది ఎంతకాల వ్యవధిలో ఏ విధంగా శాఖోపశాఖలుగా చీలిపోతుందో, అందుకు సంబంధించిన సర్వవివరాలను సరిగా కనిపెట్టి నిర్ణయించడానికి వీలవుతుంది. ఇందువల్ల మెరుపులో వెలువడే విద్యుత్ప్రవాహపు

పరిణామ పరంపరను మరింత సమగ్రంగానూ, స్పష్టంగానూ తెలుసుకోవడానికి వీలవుతుంది. మెరుపు మెరిసిపోతుంది. మెరిసేచోట, పరిసరాలలోను ఏర్పడే విద్యుత్ షేత్ర పరిశీలనకై ఛాయా చిత్రాలతోపాటు 'కేఫోల్ రే ఆసిలోగ్రాఫ్' యంత్రాన్ని కూడా ఉపయోగించడంవల్ల ఆ సందర్భంలో సంభవించే పరిణామ పరంపర ఒకటి ఏ క్రమంలో ఎంత కాలవ్యవధిలో జరిగేదీ చాగా తెలిసింది.

వాతావరణం పొడిగా ఉన్నప్పుడు సైతం దానిలో విద్యుదావేశం ఉంటుందనీ, అది కొంత బలమైనదే అయినప్పటికీ, ఆ సుగతి మనకు సాధారణంగా తెలియదనీ, అది మన భూమిమీద అనుక్షణం ఎక్కవనో ఒకచోట ఉరుములూ, 'మెరుములతో' కూడిన తుఫానులు కలుగుతూ ఉండడంవల్లనే, ఎల్లప్పుడూ ఏర్పడుతున్నదనీ ఆచార్య సి.టి.ఆర్. విల్సన్ ప్రథమంలో ప్రతిపాదించిన వాదాన్ని మన ముగిసినట్టే అర్థమవుతుంది. ఏర్పడే విద్యుచ్ఛక్తిని గురించి ఇతోధికమైన శ్రద్ధానకులతో పరిశీలించవలసి ఉంటుంది. వాతావరణ అధోమండలాలలోనే ఉరుములతోను, మెరుపులతోను కూడిన తుఫానులు సంభవిస్తూ ఉంటాయి. వీటి వలన వస్తున్న విద్యుద్వాహకాలైన వాతావరణపు ఊర్జ్వ మండలాలలో కూడా మార్పులు వస్తూంటాయి.

మామూలుగా ఉరుములతో, మెరుములతో కూడిన తుఫానులో, భూమిమీద ఉన్న అత్యంత శక్తివంతమైన విద్యుదుత్పాదన కేంద్రం లన్నింటికన్న పెద్దది. ఉత్పత్తి చేయగల దానికంటే ఏన్నో రెట్లు విద్యుచ్ఛక్తి వ్యర్థమై పోతుంటుంది. ఉరుములతో, మెరుములతో కూడిన గాలి వానలు కావాలన్నప్పుడు రావనే మాట అలా ఉండగా, వాటినుంచి విడుదల అయ్యే విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగంలోనికి తెచ్చుకోవడానికి ప్రయత్నించడం పెద్దపులిని బండికికట్టి లాగించడానికి ప్రయత్నించడం వంటిదవుతుంది. ఈ సందర్భంలో ఆల్ఫ్స్ పర్వత శ్రేణిలో ఒక రోయలో ఉరుములతో మెరుములతో కూడిన తుఫానులో ఉండే విద్యుచ్ఛక్తిని పరిశోధించిన ప్రతిభా శాలియైన ఒక యువ భౌతికశాస్త్ర విజ్ఞానవేత్త పడిన పాట్లు, పొందిన దుర్గతి జ్ఞాపకం వస్తోంది. అతడు చేసిన పరిశోధన అయితే

జయప్రదమే అయింది. కాని ఆతని పరిశోధనా ఫలితములను వివరించు పత్రములో విజ్ఞాన శాస్త్రాభివృద్ధి కొరకై అత్యర్పణ చేసిన ఆతని మరణవార్త కూడా చేర్చబడినది. వాతావరణము పొడిగా ఉన్నప్పుడు సైతం, దానిలో నిక్షిప్తమై ఉండే విద్యుచ్ఛక్తిని వినియోగించే నిమిత్తం బహుళ ప్రయత్నములు జరిగినవి. కాని అందువల్ల ఇంతవరకు గణనీయమైన ఘన విజయమేమీ లభింపలేదు. పైగా వాతావరణములోని విద్యుచ్ఛక్తిని భావికాలంలోనైనా వినియోగించుకొగలమనే ఆశకు అవకాశమేమీ అంత ఎక్కువగా కనబడడం లేదు.

13. నవ్య చౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు : స్పటిక నిర్మాణం

స్పటికను గురించి చునకు తెలిసినదంతా పలువురు పరిశోధకులు విభిన్న విజ్ఞానశాస్త్ర శాస్త్రాల్లో సాగించిన కృషి ఫలితమే అనే విషయం సమస్త శాస్త్రాలకు లక్ష్య లక్ష్యాలు ఒక్కటే అని చెప్పడానికి మంచి ఉదాహరణ ; అందునా స్పటిక విజ్ఞానం, ముఖ్యంగా సూర్యన భుజములకై అన్వేషణ జరిపే వారికీ, టూగర్చు శాస్త్రజ్ఞులకూ ఎంతో ఋణపడి ఉంది. వీరు వివిధ భుజములుండే చోట్లను కనిపెట్టి, పలకలు బాగా తీరిన స్పటికములను సేకరించి పరిశీలకులకు అందుబాటులో ఉంచడం వల్లనే స్పటికముల స్వరూప స్వభావములను గురించి పరిశోధించడానికి, పరిశీలించడానికి వీలు కలిగింది. తన పరిశీలనకు కావలసిన సరియైన స్పటికములను సంపాదించడానికి స్పటిక విజ్ఞానానికి వారి సహాయం చాలా కావాలి. కాని లోహ శాస్త్రజ్ఞుల కొలుములలోనూ, మూసలోను రసాయనిక ద్రవ్యములను ఉత్పత్తి చేసేవారు ఉపయోగించే పెద్ద తొట్టెలలోను ఘన ద్రవ్యములను పొందగల స్పటికాకృతులకు మంచి ఉదాహరణలు అప్పుడప్పుడు లభించగలవు. వీటికితోడు ఇతరత్రా దొరకని ద్రవ్యములను పరిశీలన చేయవలచినప్పుడు, ఈ వైజ్ఞానికులు స్వీయ కృషితో స్పటికములను రూపొందించుకోవలసి ఉంటుంది. తమగిన ద్రవ్యమును నెమ్మదిగా ఘనీభవించ జేయటం, ద్రావణములనుండి నియం త్రణ పూర్వకంగా స్పటికములను రూపొందించడం అనేక స్పటికాకృతులలో లభించే వాటికి తగు విధంగా ఉష్ణ చికిత్సను చేయడం, వగైరా విధానాలను ఈ సందర్భంలో పెంపొందించారు. వీటిని యదోచితంగా అనుసరించి కావలసిన పరిమాణములో స్పటికములను విడివిడిగా తయారు చేస్తుంటారు. తీర్చిదిద్ది నట్లుండే స్పటిక ముఖముల మధ్య ఏర్పడిన కోణములను కొలిచి, అవసరమైతే మరికొన్ని ప్రత్యేక పరీక్షలుచేసి ప్రతి స్పటికపు సౌష్ఠవాను రూపాలను నిపుణు

దయిన స్పటిక శాస్త్రజ్ఞుడు నిర్ణయిస్తాడు. సాధారణంగా స్పటికాలలో ముప్పై రెండు జాతులుండవచ్చునని సిద్ధాంతరీత్యా నిర్ణయించారు. ప్రకృతి సిద్ధంగా కూడా ముప్పైరెండు జాతుల స్పటికాలే దొరుకుతున్నాయి. ఈ ముప్పై రెండింటిని ఆరు, లేదా ఏడు విధాలుగా వర్గీకరించవచ్చు. మాటవరుసకు ఘనములుగా ఉండే స్పటికాలనే చూడండి : వీటిలో ఐదు జాతులున్నాయి. వీనిలో ఒక్కదాని సౌష్ఠ్యవాను రూపాలలో తేడాలంటాయి. అయితే ఈ ఐదు జాతులలోను నాల్గింటిలో ఉండే భేదముల సంఖ్య ఘనములలో ఉండదగిన వాటికంటె చాలా తక్కువే. స్పటికముల సౌష్ఠ్యవాను రూపములు, వాటి ముఖముల సంఖ్య, రూపురేఖలనుబట్టి వ్యక్తమవుతుంటాయి. ఘనముల శ్రేణికి చెందిన మేలుజాతి స్పటికములో ఒకే రకమునకు చెందిన ముఖములు, 48 కంటె తక్కువ ఉండడానికి లేదు. నాసిరకం స్పటికాలలో ఇట్టి ముఖముల సంఖ్య 24 కు గాని, పన్నెండుకుగాని పరిమితమై ఉంటుంది. అయితే ఈ విధంగా ఎక్కువ సంఖ్యలో పరికలు చేరి ఉండడం ఘన స్పటికపు మూడు ఘన అక్షముల మీదకు వివిధ కోణములలో ఒడిగియున్నప్పుడు మాత్రమే సాధ్యమవుతుంది.

ప్రతి స్పటికము ఏ జాతికి చెందినదో సరిగా వర్గీకరించడం అత్యంత ప్రధానమయిన విషయం. అందువల్ల స్పటికపు ఆంతరంగిక నిర్మాణమును పోల్చుకోవడానికి వీలవుతుంది. పై యీ వర్గీకరణ దాని భౌతిక లక్షణములకు సన్నిహితంగా ఉంటుంది. అందుచేత స్పటికముల రూపురేఖలను నిర్ణయించి వర్గీకరించే స్పటిక విజ్ఞాని చేసేసని రసాయన శాస్త్రజ్ఞులకూ, భౌతిక శాస్త్రజ్ఞులకూ కూడా సమానంగానే ఉపకరిస్తుంది. స్పటికములలో 32 విధములైన సౌష్ఠ్యవానురూపములుండడానికి వీలుంది కనుక 32 విధాలైన భౌతిక, లక్షణాలుండి తీరాలని అనుకోకూడదు. నిజానికి ఘనముల శ్రేణిలోని స్పటికముల నిర్మాణ వైవిధ్యాన్నిబట్టి, ఇతర లక్షణాలనుబట్టి వాటిని అయిదు విధాలుగా వర్గీకరించినప్పటికీ వాటికి వేడికి పొందగల వ్యాకోచ సామర్థ్యం, ఉష్ణవాహకశక్తి అన్ని వైపులా సమానంగా ఉంటాయి. ఘనముల శ్రేణికి చెందిన జాతుల స్పటికాలలోను (రిప్రాక్టివ్ ఇండెక్స్) ప్రకాశ వక్రీభవన శక్తికూడా సమానంగానే ఉంటుంది. అయితే, ఈ ముప్పైరెండు జాతులను ఏదో ప్రాతిపదికపై స్పటికనైజమును సూచించగల స్వల్ప సంఖ్యాక వర్గములలో యిమడవచ్చు. ఇందుకు ఒక ఉదాహరణ : స్థితిస్థాపక శక్తి ప్రాతిపదికగా వీటిని తొమ్మిది వర్గాలుగా వింగడించవచ్చు. ఉష్ణ

స్పర్శతో పొందగల వ్యాకోచశక్తి ఉష్ణవాహకత్వం ప్రాతిపదికగా ఐదు వర్గాలు ఏర్పడవచ్చు; ఇలాగే తక్కినవి కూడా.

ఈ 32 జాతులలోను పదకొండింటికి సౌష్ఠవానురూప కేంద్రం ఉంటుంది. ఇట్టి కేంద్రం లేని మిగతా 21 లోను, పదిహేనింటికి కుడిచేతి వాటమో, లేక ఎడమచేతి వాటమో ఉంటుంది. మిగిలిన ఆ రెండింటికి ఏ వాటమూ ఉండదు. స్పటిక నిర్మాణములో వ్యక్తమయ్యే ఈ విభిన్న వైఖరులపై ముఖ్యమైన భౌతిక విషయాలు అనేకం ఆచారపడి వున్నాయి. చతుర్ముఖ ఘన త్రిభుజాన్ని (టెట్రా హెడ్రన్), అష్టముఖ ఘన త్రిభుజాన్ని (ఆక్టా హెడ్రన్) పరిశీలించితే, ఈ సౌష్ఠవానురూప కేంద్రం అంటే ఏమిటో స్పష్టమవుతుంది. ఇందులో చతుర్ముఖ కన్న అష్టముఖికి రెట్టింపు ముఖములుంటాయి. అయితే, ఈ రెండింటికి మధ్య వుండే ముఖ్యమయిన రేడా ఏమిటంటే, అష్టముఖికి సౌష్ఠవానురూప కేంద్ర ముంటుంది. చతుర్ముఖికి వుండదు. ఇక ఎడమ, కుడిచేతి వాటములను గురించి అందరికీ తెలుసు గనుక వేరే వివరింప నక్కరలేదు. ఈ లక్షణములను కనబరచు స్పటిక జాతులలో ఎడమ వాటముగాని, కుడి వాటముగాని కలిగినట్టి మరమేకు లనూ, లేక నేలమీదనుంచి పై అంతస్తు వరకూ విస్తరించివుండే శంఖమువంటి సర్పిలాకారపు మేడమెట్లను చొలివుండే పరమాణు సమూహాలను మనం గుర్తించ వచ్చును.

స్పటికములలో ఉండే కుడి ఎడమ వాటములు తేజోకిరణముల ప్రసార ప్రభావం వలన వ్యక్తమవుతాయి. ఇది తేజః కిరణము చెరుకు ద్రావణం ద్వారా ప్రసరించునపుడు పరిభ్రమించే ప్రసారతలంలో ప్రత్యక్షమయ్యే మార్పును ఘన ముల శ్రేణికి చెందని స్పటికములలో ఒక కిరణమే రెండుగా విభజితమై రెండు వేరు వేరు మార్గాలలో ప్రసరించే (డబుల్ రిఫ్రాక్షన్) గుణం ఉండడం చేత తేజః ప్రసారానికి సంబంధించినంతవరకు స్పటికపు నైజంలో తేడాలు వస్తాయి. క్లిష్టత ఎక్కువవుతుంది. అయినప్పటికీ చక్కగా వీలుగా కోసిన స్పటికపు పలక లోంచి చూచినపుడు పరిభ్రమించే ప్రసార తలంలో కలిగే మార్పులను సులువుగా గుర్తించవచ్చు. ఇట్టి లక్షణము స్పటికము లన్నింటిలోను 'క్వార్ట్జ్' అనబడే స్పటిక శిలకు ఎక్కువ.

ఒత్తిడి భేదముచేత ఉత్పత్తిఅయ్యే విద్యుచ్ఛక్తి (ఆంగ్లంలో పీజో - ఎలెక్ట్రిసిటీ) ఉష్ణ భేదంవల్ల కలిగే విద్యుచ్ఛక్తి (ఆంగ్లంలో పైరో ఎలెక్ట్రిసిటీ)

అనే రెండు విచిత్ర లక్షణాలున్న స్ఫటికములలో సౌష్ఠవానురూప కేంద్రం ఉండదు. అందుకు ఉపపత్తి ఈ లక్షణాలుండడమే. టూర్మలీన్ లేదా క్వార్ట్స్ వంటి పీడన జనితమైన విద్యుల్లక్షణములు కల స్ఫటికముల పరికరము ఒకవైపు బలంగా నొక్కిన కొలదీ వాటి ఉపరితలంమీద విద్యుదావేశం వృద్ధి అవుతుండడం స్పష్టంగా తెలుస్తుంది. అలా కాకుండా పరికర ఉభయ తలములకు విద్యుదావేశాన్ని కలిగించితే పరికర వంకరై పోతుంది. ఇలా ఎందుకు జరుగుతుందంటే స్ఫటికము లోని పరమాణువులు విద్యుదావేశం లేనట్టివి కావనీ, సందర్భానుగుణంగా పరస్పర విరుద్ధమయిన విద్యుదావేశాన్ని పొందుతూ ఉంటాయనీ భావించవలసి ఉంటుంది. దీనికితోడు నొక్కడం వలన దాని స్థితిస్థాపక శక్తిలో తేడాలు వచ్చి నప్పుడు కలిగే వంకరల మూలంగా దానిలోని పరమాణువులకు తార్కాలికంగా స్థానబలం కలుగుతుంది. అందువలన స్ఫటికపు పరిమాణంతో విద్యుత్ప్రవాహం బయలుదేరుతుంది. కనుక దాని తలములపై మరే విధమయిన ఆటంకం లేక పోవడం మూలాన విద్యుదావేశం కనిపిస్తుంది. ఈ తర్కాని కంతకూ ప్రధానమయిన ఆధారం పూర్వోక్తమయిన భావన మాత్రమే. అందువల్ల కేంద్ర సౌష్ఠవం లేని ప్రతి స్ఫటికములోను పీడన జనితమయిన విద్యుత్తు, ఉష్ణజనితమయిన విద్యుత్తుల లక్షణాలు విధిగా ఉండితీరతాయని మాత్రం చెప్పడానికి లేదు.

స్ఫటిక నిర్మాణంలో సౌష్ఠవానురూప కేంద్రము లున్నదీ, లేనిదీ వర్ణపట దర్శనంతో పరీక్షించి స్పష్టంగా తెలుసుకోవచ్చు. అట్లుజని; సత్రజని, ఉదజని వగైరా మూల ద్రవ్యముల అణువులలో అనురూపమయిన జంట పరమాణువులుంటాయి. ఇట్టి వాటిని ద్వ్యణుకము లంటారు. ఈ ద్వ్యణుకముల కంపనములు స్ఫటికము తాలూకు పరారుణ (ఇన్ఫ్రారెడ్) వర్ణ చిత్రంలో శోషణ రేఖలు (ఎన్హార్షన్ లైన్స్) గా గాని, ఉద్గార రేఖలు (ఎమిషన్ లైన్స్) గా గాని గోచరింపవు. అయితే, స్ఫటికము విరజిమ్మే ఏక వర్ణకాంతి వర్ణ చిత్రంలో ఆ కంపనములు మిక్కిలి స్పష్టముగా, దట్టముగా కనిపిస్తాయి. ఆ అణువులో కేంద్రీయ సౌష్ఠవానురూపంవల్లనే ఈ తేడాలు కలుగుతాయి. కేంద్రీయ సౌష్ఠవానురూపంకల స్ఫటిక జాతులలో సరిగ్గా ఇలాగే జరుగుతుంది. పరమాణు రచనా క్రమపు ఒకానొక ప్రత్యేక కంపనములు పరారుణ శోషణగా వ్యక్తమయితే, అది కాంతి వికిరణము చెందుతున్నప్పుడు కనబడదు. అలాగే కాంతి వికిరణములో కనిపిస్తే పరారుణశోషణ కనబడదు. సౌష్ఠవానురూప కేంద్రం లేని స్ఫటికములలో యిట్టి

కంపనమే కాంతి వికిరణము చెందుతున్నప్పుడు కూడా ఒకే విధంగా కనబడడం మిక్కిలి ప్రత్యేకమయిన సందర్భములలో మాత్రమే సాధ్యం.

ఘనముల శ్రేణికి చెందిన స్పటికములలో వజ్రము పూర్వోక్త లక్షణము లకు మంచి ఉదాహరణ. చతుర్ముఖ త్రిభుజ లక్షణములుగల వజ్రములు అడపా దడపా దొరుకుతూ ఉండడం వల్ల, వాటి రచనలో ఘనముల శ్రేణిలో సంపూర్ణ మయిన అష్టముఖి సౌష్ఠవానురూపం లేదనీ, చతుర్ముఖ త్రిభుజములకు పరిపాటి అయిన హీన సౌష్ఠవానురూపము మాత్రమే కలదనీ, స్పటికశాస్త్ర నిపుణులు లోగడ భావిస్తూ వచ్చారు. వజ్రంలో పీడన భేదమువలన ఉత్పత్తి అయ్యే విద్యుల్లక్షణాలూ, ఉష్ణజన్య విద్యుల్లక్షణాలూ లేకపోవడంచేత ఈ అభిప్రాయం సరియైనది కాదనీ, వజ్రానికి నిజంగా సంపూర్ణమయిన అష్టముఖి సౌష్ఠవానురూపం కలదనీ యితీవల దాన్ని పూర్వోపక్షం చేస్తూ వచ్చారు. అయితే, పరారుణశోషణ విషయములోనూ, కాంతి వికిరణములోనూ వజ్రము ప్రదర్శించే లక్షణాలు మొదటి అభిప్రాయమునే పూర్తిగా సమర్థిస్తున్నవి. ఇండియన్ అకాడమీ ఆఫ్ సైన్స్ సంస్థ ఇటీవల ఒక గ్రంథములో చూపబడిన ప్రకారం వజ్రములలో చాలావరకు చతుర్ముఖ త్రిభుజ సౌష్ఠవానురూపమే ఉంటుంది. అయితే, ఈ చతుర్ముఖ త్రిభుజములలో వుండే ధన ఋజాత్మక రికములు పరస్పరం కలిసి పోవడంలో అవి అష్టముఖి త్రిభుజముల సౌష్ఠవానురూపములను అనుకరిస్తున్నట్లు కనబడుతుంది. ఇట్టి అనుకరణ శాస్త్రసమ్మతమే కాక, వజ్రములలో తరచు కనబడుతూ ఉంటుంది. పైగా అష్టముఖ త్రిభుజ నిర్మాణం పూర్తిగా కలిగిన వజ్రములు కూడా కొన్ని దొరికాయి. ఇందుకు నిదర్శనం ఇటువంటి వజ్రములలో పరారుణ శోషణం లేకపోవడమూ, అట్టివాటిలో సహజంగా ఉండే సాంద్రమైన పరమాణు కంపనమూ ఉండడమే. ఘనద్రవ్యము లన్నింటిలోనూ మిక్కిలి విశిష్టమైన వజ్రం రచనలలో కనబడే ఈ విచిత్ర లక్షణం ఆసక్తిజనకమూ, దురవగాహనమూ అయిన విశిష్ట విజ్ఞాన విశేషాలు తెలుసుకోవడానికి ఉపకరించగలదు.



14. నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం - ఘనస్థితి

ఒకప్పుడు ఈజిప్టును పరిపాలించిన ఫారో మొదటి థోత్మిస్ న్యూతిన్ చిహ్నంగా ఆయన కుమార్తె హత్ షెప్సుత్ రాణి నూరడుగుల ఎత్తుగల ఒక నల్లరాతి స్తంభాన్ని లగ్నా సమీపంలో ఉన్న కారనార్ దేవాలయంలో ప్రతిష్ఠింప చేసింది. ఇది అశ్వన్ రాతిగనులనుంచి త్రవ్వితీసిన ఏకాండీ ముక్కనుంచి చెక్కించినది. దీనిని నదిమీదుగా రెండు వందల మైళ్ళు తీసుకొనివచ్చి స్తంభాకారములో మలచి, చదునుచేసి అక్షరాలు చెక్కి ప్రతిష్ఠించారు. మూడువందల టన్నులకు పైగా బరువున్న బ్రహ్మాండమైన ఈ ఏకాండీ రాతిమీద నాటి ఇంజనీర్లు ప్రదర్శించిన పనితనమూ, వంఘటొంఘ సరిచూసి, వంకర టింకర లేమీ లేకుండా నునుపు చేయడంలో చూపిన చాకచక్యమూ ఈనాటికీ మూడువేల నాలుగు వంద లేండ్లు గతించిన తరువాత కూడా చూపరులను ముగ్ధులను చేస్తున్నాయి. ఈ స్మారక ధ్వజ నిర్మాణానికి ఉపయోగించిన సల్లమల స్వరూప స్వభావాలను గురించి సంపూర్ణమైన అనుభవజ్ఞానమే వారికి లేకుంటే, ఇంతటి అద్భుత ఘనకార్యాన్ని ఇంత చక్కగా సాధించగలిగి ఉండేవారేకాదు. తరచుగా క్రమాభివృద్ధిని పొందుతూ ఈ నాటికి పరాకాష్ఠ నందుకుని మనకు పారంపర్యంగా లభించిన కళా సంపద అంతా, నిత్య సాధనవల్ల కలిగిన అనుభవజ్ఞానం మీద ఆధార పడిందే.

అనాదినుండి పరంపరాగతంగా ఘనద్రవ్యాల స్వరూప స్వభావాలను గురించి మనకు లభించిన పరిజ్ఞానానికి తోడుగా, ఆధునిక వైజ్ఞానిక పారిశ్రామికాభివృద్ధి వలన కొత్తగా జ్ఞాన లాభం చాలా కలిగింది. రోహములలో కొన్ని శ్రేష్టమైన విద్యుద్వాహకములనీ, మరికొన్నింటికి అవశ్య వాంఛనీయమైన అయస్కాంత శక్తి చాలా ఉందనీ, మరికొన్ని ద్రవ్యాలలో విద్యున్నిరోధకశక్తి హెచ్చుగా కలదనీ తెలుసుకోగలగడం వల్లనే భారీ విద్యున్నిర్మాణ పరిశ్రమ ఈనాడు ఇంతగా

అభివృద్ధి చెందింది. గట్టిరసమూ, మన్నికా వగైరా ప్రత్యేక లక్షణములుకల లోహ మిశ్రమములు రూపొందించబడినందుననే గృహనిర్మాణ విద్య బాగా వృద్ధి పొందింది. అల్యూమినియం, మెగ్నీషియం వంటి తేలిక లోహాలను వాటి మిశ్ర మములను కనిపెట్టడంవల్లనే విమానయానం విశేషంగా వ్యాప్తిలోకి వచ్చింది. వలసినంత పారదర్శకత్వమూ, ప్రకాశ వక్రీభవన గుణకమూ, విరణ శక్తి కలి గిన కొత్త రకం గాజును సృష్టించగలగడం వల్లనే దృగ్భ్రాంతాలూ, భాయాచిత్ర గ్రహణ పరిశ్రమా విశేషంగా అభివృద్ధి చెందాయి. సృటికళల టూర్మరీన్ వంటి సృటికములలో నిబిడమై ఉన్న భారజన్య విద్యుల్లక్షణాలను కనిపెట్టిన భౌతిక విజ్ఞానులకు రేడియో పరిశ్రమ ఎంతో యుతపడి ఉంది ఈ విధంగా ఘన ద్రవ్య ముల స్వరూప స్వభావముల పరిజ్ఞానాభివృద్ధికి విజ్ఞాన విశేషాలను పారిశ్రామికాభివృద్ధికి వినియోగపరచే సాంకేతిక పరిజ్ఞానానికి అత్యంత సన్నిహిత సంబంధము కలదని నిరూపించడానికి ఎన్నెన్నో ఉదాహరణలు చూపించవచ్చు.

ఘన ద్రవ్యంలో అణువులూ, పరమాణువులూ, స్థిర నిష్పత్తిలో ఉండడం ఒక విశిష్ట లక్షణం. మిగతా ద్రవ్య రూపాలలో ఇలా వుండదు. అయితే ద్రవ్య రూపములన్నిటిలోను ఉండే ఉష్ణశక్తి పరమాణువులలో రీత్రమైన సంచలనం కలిగించి వానిని వేరుపరుస్తూ ఉంటుంది. కాని ఘన ద్రవ్యములలో ఒకదాని పర సనే మరొకటిగా ఉండే ద్రవ్యాణువుల మధ్య గల శక్తులు, వానిని వేరు పరచ జూచే ఉష్ణశక్తి ప్రభావాన్ని నిరోధించుటూ ఉండడం వల్లనే ఈ సంపుటికరణం స్థిరంగా ఉండడం సంభవ మౌతున్నది. పరమాణువుల సంపుటికరణం వాటిని స్థిరంగా పట్టి ఉంచే శక్తుల స్వభావమూ కూడా ఆయా ద్రవ్యాలలో వేర్వేరుగా ఉంటూ ఉంటాయి. ఘన ద్రవ్యములలో ఈ సంపుటికరణం రెండు విధాలుగా ఉంటుందని స్థూలంగా చెప్పవచ్చు ఇందులో సృటికరూప ద్రవ్యాల అంతరంగిక నిర్మాణ క్రమాన్ని నిరూపించే రూపురేఖలతో అలరానే పరమాణు సంపుటి కరణం ఒకటి. గాజు, లేక పిండి వంటి ఘన ద్రవ్యములలో ఎట్టి పరుసా, క్రమమూ లేకుండా ఉండే పరమాణువుల సంపుటికరణం రెండోది. ఘన ద్రవ్యపు అంతరంగిక నిర్మాణంలో మాత్రమే ఈ తేడాలు ఉంటూ వుంటాయి. వీటి బాహ్య రూపము అంత విశేషమైనది కాదు. ఉదాహరణకు మంచు ముక్కనే తీసుకుందాం. దాని బాహ్యరూపంలో ఒక క్రమమంటూ ఏమీ ఉండదు. కాని అది సకృతుగా సృటికముగానూ, తరచుగా సృటికముల సమూహంగానూ ఉంటూ ఉంటుంది.

మంచుముక్కను తీక్షణమైన కాంతిలో పెట్టి పరీక్షిస్తే ఈ విషయం స్పష్టమౌతుంది. అందులో ఉండే ప్రతి స్ఫటికమునూ, విధమర్చి చూపించే సరిహద్దు రేఖలనూ సులువుగా గుర్తించవచ్చు. ఇంతకంటే మంచి ప్రయోగం ఒకటుంది. మంచుముక్కను సామాన్య మందంగల పలకగా అరగదీసి, ఆ పలకను ప్రకాశ ద్రువకరణ మొనర్చే రెండు గాజు ముక్కల (పోలరాయిడ్స్) మధ్య అమర్చి, దానిగుండా కాంతి కిరణములను ప్రసరింపజేసి చూచినప్పుడు అనేక రంగులు స్పష్టంగా కనిపిస్తాయి. దీనినిబట్టి కాంతికి రెండు రకాలుగా వక్రీభవనము కలుగజేయగల స్ఫటికములు మంచులో ఉన్నాయనీ, మంచు, కాంతికి ఒకేసారి, ఒకే విధముగా వక్రీభవనము కలుగజేసే గాజు వంటిదో, లేక పిండి పదార్థము వంటిదో కాదని తేటతెల్లమౌతుంది.

మనము సాధారణముగా ఉపయోగించే ఘన ద్రవ్యములలో చాలా భాగం స్ఫటికముల సమూహములే. వీటిని కనిపెట్టడం చాలా తేలిక. చాలా సందర్భాలలో చూసే చెప్పేయవచ్చు. నల్లరాయి, చలవరాయి ముక్కలు ఇటువంటివి. మరి కొన్ని సందర్భాలలో మాత్రం సూక్ష్మదర్శినితో పరీక్షించడం అవసరం కావచ్చు. కొన్ని కొన్ని సందర్భాలలో సూక్ష్మదర్శిని సైతం ఆయా ఘన ద్రవ్యముల స్ఫటిక స్వభావమును వ్యక్తపరచలేకపోవచ్చు. అలాంటప్పుడు ఈ ఎక్స్ కిరణాలు కూడా బాగా చిన్న చిన్న ముక్కల్లో సైతం రేఖా లక్షణ సంబంధమైన క్రమంలో ఏర్పడిన పరిమాణపులు, లేక అణువుల సమూహముల ఉనికిని చూపలేకపోయినప్పుడు ఆ ఘన ద్రవ్యం గాజు, లేదా గాజు పిండి వంటిదని చెప్పవలసి వుంది. ఏదైనా ఒక ద్రవ్యం చివరకు స్ఫటికాకార లక్షణములను, లేదా పిండి లక్షణములను నిలుపుకొనునో లేదో తెలుసుకొనుటకు ఒక చిన్న పరీక్ష ఉంది. అవి పారదర్శకము లయినప్పుడే ఈ పరీక్ష పనికి వస్తుంది. ఇందుకోసం ఆయా ద్రవ్యములను సరియైన పద్ధతిలో కోసి ద్రువకరణ సూక్ష్మదర్శిని క్రింద అమర్చి పరీక్షించడంవల్ల దాని లక్షణాలేమిదో తెలుసుకోవచ్చు. అది ఏ మాత్రమైనా స్ఫటిక స్వభావం కలదైతే ద్వివక్రీభవనమును సూచించు లేజోవంతమైన భాగములు కొన్ని కనబడతాయి. మన భూముఖపరితలంపై వుండే రాళ్ళలో చాలా భాగం జంతువులలోను, మొక్కలలోను, ఉండే గట్టి భాగములలో పెక్కింటిలోను, కొద్దో గొప్పో స్ఫటిక లక్షణాలున్నట్లుగా ఇట్టి పరీక్షల వలన తేలింది. ఇక పూర్తిగా గాజువలె కాని, పిండివలెకాని వుండే ఘన ద్రవ్యం ఏదైనప్పటికీ

విశేషదీపనకు గురి కానప్పుడు, పోలరైజింగ్ సూక్ష్మదర్శినిలో వల్లగా కనబడుతుంది. పరమాణు సమాహముల స్వభావమూ, ముఖ్యంగా వాటి ప్రవర్తన, వాటిని దగ్గరగాచేర్చి వుంచే శక్తుల సాంద్రతనుబట్టి ఆయా ద్రవ్యముల భౌతిక లక్షణాలు చాలావరకు నిర్ణయించబడుతూ ఉంటాయి. లేదా రెండింటికీ మించిన పరమాణువులను చేర్చి రసాయన అణువులుగా ఏర్పాటు చేసే శక్తులవంటి వాటి చేత ఒకదానికొకటి గొలుసుకట్టుగా కలిసిపోయి వుండడం చేత ఏర్పడే స్పటికములను గురించి ప్రత్యేకముగా పరిశీలించవలసి వుంది. వజ్రములు, కార్బోరెండ్రూ, స్పటికశిల ఇందుకు మంచి ఉదాహరణలు. వజ్రములో బొగ్గు పరమాణువులు సేంద్రియ రసాయన విజ్ఞానంలో ప్రముఖ పాత్రను వహించే 'వేలెన్స్' (పరమాణువుల సంయోగ శక్తి) వంటి వాటి ప్రభావంవల్ల పరస్పరం కలిసి వుండ గలుగుతున్నాయి. ఇందులో ప్రతి బొగ్గు పరమాణువూ మిగతా నాలుగింటితో మన త్రిభుజరూపంలో కలుపబడి ఉంటుంది. ఇవి ఇలా అనంతంగా కలిసి పోయి చివరకు స్పటికపు సరిహద్దులవరకు వ్యాపించి ఉంటాయి. కార్బోరెండ్రంలో సిలికాన్ పరమాణువులో, బొగ్గు పరమాణువుల కూర్పు సైతం ఇలాగే కలిసి ఉంటుంది. ప్రతి బొగ్గు పరమాణువూ, నాలుగు సిలికాన్ పరమాణువులకు, ప్రతి సిలికాన్ పరమాణువూ నాలుగు బొగ్గు పరమాణువులకూ చేరి ఉంటాయి. స్పటిక మంతటా ఇలాగే ఉంటుంది. స్పటిక శిలలో ప్రతి సిలికాన్ పరమాణువూ నాలుగు అద్లజని పరమాణువులకూ, ప్రతి అద్లజని పరమాణువూ రెండు సిలికాన్ పరమాణువులకూ చేరి వుంటాయి. ఈ పద్ధతిలో కూర్చబడిన ద్రవ్యములకు కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలుంటాయి. అతి మిక్కిలి కఠిన్యం కలిగి ఉండడం ఆ గుణాలలో ఒకటి. ఈ కఠిన్య లక్షణం కలవానిలో వజ్రం మిక్కిలి అసాధారణమైనట్టిది. ఇట్టి ద్రవ్యములను కరగించడానికి ఎక్కువ ఉష్ణోగ్రత అవసరం. నీటిలోగాని, ఇతర సాధారణ రసాయన ద్రవములలోగాని ఇవి కరుగవు. ఇంక మనద్రవ్యశ్రేణిలో ఒక చివర ఇలాంటివి ఉండగా, రెండో చివర 'వేలెన్స్' శక్తుల చేత వట్టి పుంచబడిన పరమాణువులు కల ఏకాణు నిర్మిత ద్రవ్యములు ఉన్నాయి. ఈ ఏకాణువులు ఒకదానిమీద మరొకటి ప్రదర్శించే బలహీనమైన శేష శక్తులచేత వట్టి ఉంచబడతాయి. సేంద్రియ ద్రవ్యాలలో చాలాభాగం ఈ కోవకు చెందినవే. ఇవి సులభంగా కరగిపోతాయి. మన స్థితిసుంటి వాయుస్థితిలోనికి ఒకేసారి యిగిరిపోతాయి కూడాను. ప్రత్యేకమైన రసాయనిక ద్రవ్యములతో

సులువుగా కరిగిపోతాయి. ఇట్టి స్వభావం కలవాటిలో హాఠికర్పూరం (కేంఫర్), పుదీనా పువ్వు (మెంథాల్), కలరా ఉండలు (నేప్తలీన్) తప్పక పేర్కొనదగినవి.

ఘనద్రవ్యములలో ఆసక్తి జనకమైన రకం యింకొకటి వుంది. రాతిఉప్పు, లేదా సముద్రపు ఉప్పు యందుకు మంచి ఉదాహరణ. ఈ కోవకు చెందినవి ఒక శక్తి మంతమైన భస్మం. శక్తి మంతమైన ఆప్లుతో రసాయన సమ్మేళనం చెందడం వల్ల యేర్పడతాయి. నీళ్ళలో వెంటనే కరిగిపోవడం వీటి సామాన్య లక్షణం. అలా కరగడం చేత యేర్పడిన ద్రావణం మంచి విద్యుద్వాహకం. అయితే, ఇది యిలా ఎందుకు సాధ్యమవుతుందంటే, యీ దాసతు ఘన ద్రవ్యాలు విద్యుదావేశము గల పరమాణువులతో గాని, పరమాణు సమూహంతో గాని నిర్మితమై ఉంటాయనీ, ఘన విద్యుదావేశం కల భస్మాల అణువుల గుంపులు, ఋణ విద్యుదావేశం గల ఆప్లుపు అణుసముదాయంతో చుట్టుముట్టబడి వుంటాయనీ. అలాగే ఆప్లుపు అణుసముదాయం, భస్మపు అణువుల సముదాయంచేత చుట్టుముట్టబడి వుంటాయనీ, పరస్పర విరుద్ధమైన విద్యుదావేశం గల పరమాణువుల మధ్య యేర్పడే పరస్పర ఆకర్షణ చేతనే ఈ ఘన ద్రవ్యముల కూర్పు ఆ తీరులో ఉన్నదనీ ఊహించవలసి వుంటుంది. ఇలా ఊహించడం వల్ల అనేక సమస్యలకు సరియైన సమాధానం దొరుకుతున్నది. లేదా అనేక సందర్భాలలో సత్యానికి సమీపంగా వుండే సమాధానాలై నా లభిస్తున్నాయి.

లోహములూ, మిశ్రలోహములూ ఒక ప్రత్యేక తరగతికి చెందినవి. నిత్య జీవితంలో వాటికిగల ఉపయోగాల దృష్ట్యా వాటిని గురించి వైజ్ఞానిక పరిశోధనలు ఎన్నో జరిగాయి. ఫలితంగా ఏకంగా అంతా ఒకే స్పటికంగా గాని, స్వల్ప సంఖ్యలో గల స్పటికముల సమూహంగా ఉండే పరిశుద్ధమైన పెద్ద లోహపు ముక్కలను విడదీయడానికి వీలైన ప్రత్యేక విధానాలు యెన్నో కనుగొనబడ్డాయి. సాధారణంగా లోహపు కూర్పు అంతా అసంఖ్యాకమైన చిన్న చిన్న స్పటికాల సమూహంవలె ఉంటుంది. ఈ విధంగా కృతకంగా తయారుచేసిన లోహపు ముక్కకు కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలుంటాయి. సహజ లోహానికి, దీనికి మెకానికల్ లక్షణాలలో కొన్ని తేడాలున్నాయి. ఇందుకు కారణం అందులో అసంఖ్యాకములుగా వున్న చిన్న చిన్న స్పటికములే. ఏక స్పటికం మెకానికల్ గా చాలా బలహీనంగా ఉంటుంది. మామూలు ఒత్తిడికి కూడా దాని రూపురేఖలు

మారిపోతాయి. ఇలా మారినప్పుడల్లా స్ఫటికానికి బలం చేకూరి, చివరకు మామూలుగా సహజమైన లోహంతో సమానమైన బలం కలుగుతుంది. ఈ విధంగా వేడి చేయనవసరం లేకుండా బలాన్ని సంతరించుకోగల గుణం లోహాల కుండే ఉత్తమ లక్షణాలలో ఒకటి. ఇందువల్లనే వాడుకలో లోహాల కింత ప్రాధాన్యం వచ్చింది. బాగుగా కాల్చి నెమ్మదిగా చల్లార్చిన పిమ్మట మేలురకం లోహపుతునకలో, సహజంగా ఉండే పెద్ద స్ఫటికం అసంఖ్యాకములైన చిన్న చిన్నస్ఫటికములుగా బద్దలు కావడమూ ఆ తరువాత అవి వావీ, వరుసా, క్రమం లేకుండా, ఒకదానితో ఒకటి హత్తుకుని బిగుసుకుపోవడం వల్లనే యిది సాధ్యమవుతున్నది.

ఘన ద్రవ్యములలోని వివిధ జాతులను గురించి ఎంత చెప్పినా చెప్పవచ్చు. అయితే ఇంతకీ గాజుపిండి, లేదా గాజు లక్షణాలూ గల ద్రవ్యం స్వరూప స్వభావాలను గురించి, నిర్మాణ వైచిత్ర్యం గురించి, లేదా అటూ, ఇటూ కాకుండా సరిహద్దులలో ఉండే వాటిని గురించి ఇంతవరకు విపులంగా ఏమీ ప్రస్తావించనే లేదు. ఆధునిక వైజ్ఞానికులు, సాంకేతిక నిపుణులు సాధించిన అద్భుతాలలో ఒకటి స్ట్రెస్ట్. ఇప్పుడీ స్ట్రెస్ట్ పరిశ్రమ విశేషంగా అభివృద్ధి చెందింది. దీని కూర్పు స్ఫటికానికి, పిండి ద్రవ్యానికి మధ్యగా వుంటుంది. బహుళ ప్రయోజన కారులైన ఈ లక్షణాలెన్నో దీని కున్నాయి. అందులో ముఖ్యంగా చెప్పుకోదగింది దీనిని కావలసిన రూపములోనికి, ఆకారములలోకి సులభంగా మలచడానికి వీలుండడం.



15. నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన విశేషాలు- విశ్వ కిరణములు

పదార్థములగుండా చొచ్చుకొనిపోయే శక్తిలో ఎక్స్ కిరణముల కంటెనూ రేడియము నుండి వెలువడే గామా కిరణముల కంటెనూ కూడా చాలా ఎక్కువ శక్తివంతములైన కాస్మిక్ కిరణ ప్రసారం పైన ఎక్కడినుండో జరుగుతున్నదని అస్థియా దేశస్థుడైన భౌతిక విజ్ఞాని విక్టర్ హెన్స్ కనుగొన్నాడు. కాని, దాని ప్రాధాన్యాన్ని ఎవ్వరూ వెంటనే గుర్తించలేదు. మౌలికమైన ఈ మహా విషయాన్ని కనిపెట్టినందుకు, ఆ తరువాత పాతికేండ్లకు విక్టర్ హెన్స్ కు నోబెల్ బహుమానము లభించింది. ఈ లోగా కాస్మిక్ కిరణ (విశ్వకిరణ) ప్రసారము గురించి, ద్రవ్యముపై దాని ప్రభావాన్ని గురించి తెలుసుకోవడానికి జరిగిన బహుళ పరిశోధనలవల్ల నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం ఎంతగానో అభివృద్ధి అయింది. కనుకనే నేడు ప్రపంచావధిని ప్రముఖంగా జరిగే వై జానికం పరిశోధనలలో విశ్వకిరణ పరిశోధన ఒకటై ఉండడంలో ఆశ్చర్యమేమీ లేదు. ఫలితంగా యుద్ధానంతరం భౌతిక విజ్ఞానులు, తమ దృష్టిని తిరిగి శాస్త్ర పరిశోధనలపై కేంద్రీకరించినప్పుడు ఈ రంగంలో సైతం అత్యంత ప్రయోజనకరములైన సంగతులెన్నో కనుగొన బడగలవని ఆశింపవచ్చు.

మిక్కిలి శక్తివంతమైన ఈ రేడియో దార్మిక కిరణాల నిజస్వభావ మెట్టిదే నప్పటికీ, అది భూమికి వెలువల నుండి వాతావరణంలో ప్రవేశిస్తున్నదన్న సంగతి సుస్థిరసత్యం. విశ్వకిరణ ప్రసార ప్రభావమును గుర్తించి చూపించే విద్యుద్యంత్రములను ఒక గాలి బుట్టలో ఉంచి దానిని వీలైనంత పెక్కి పంపి విక్టర్ హెన్స్ స్వయంగా విరూపించ గలిగాడు. ఆ తరువాత అటువంటి ప్రయోగాలు మరెన్నో జరిగాయి. నేలమీదనుంచి చూచే మనకు గోచరించేది వాతావరణంలో ప్రవేశించక ముందుండే అసలు చూపు కాదనీ, వాతావరణంద్వారా పయనించడంవలన అనేక మార్పులకు గురియై, మారగా, మిగిలిన రూపమే కన

బడుతుందని ప్రయోగమూలకంగా ఋజువైంది. పదిమీటర్ల మందాన ఉండే నీటిపొరతో సమానమైన వాతావరణంలో నుంచి దూరివచ్చిన తరువాత కూడా విశ్వ కిరణ ప్రభావాన్ని కనిపెట్టగలుగుతున్నామనే దానినిబట్టి, దానికిగల అసాధారణ రేడియో ధార్మిక ప్రసారశక్తిని గుర్తించవచ్చు. అంతేకాదు. మరికొంత మందం కల ద్రవ్యంనుంచి చొచ్చుకువచ్చిన తరువాత సైతం వాటి ప్రసారశక్తి ఏ మాత్రం క్షీణించదు. ఇంతే కాకుండా పర్వతముల మధ్యనున్న సరస్సులో ఉండే ముప్పై మీటర్ల లోతుకల నీటిలోనుంచి చొచ్చుకుని అడుగుకు వెళ్ళిన తరువాత కూడా ఈ విశ్వకిరణ ప్రసారపు ప్రభావాన్ని చూడవచ్చు.

వివిధ అక్షంశాలవద్ద భూమ్యు పరితలంమీద ఈ విశ్వకిరణములను గురించి తెలుసుకొనిన వివిధాంశములను పరిశీలించడంవలన, భూమియొక్క వాతావరణం లోనికి ప్రవేశించక పూర్వము వాటి నిజస్వరూపము ఏమిటో అవగాహన చేసుకోవడానికి అనువైన సూచనలు కొన్ని లభిస్తున్నాయి. అయితే భూమిమీదనూ, వాతావరణంలోకి స్వేచ్ఛగా పైకి వదలిన గాలిబుట్టలు పోగలిగినంత ఎత్తులోనూ కూడా విశ్వకిరణముల ప్రభావము, ఆయా పరిశీలనా కేంద్రముల ఉనికి, లేదా అక్షంశం మీదనే ఆధారపడి ఉంటుందని స్పష్టంగా నిర్ధారణ అయింది. అక్షంశం లను బట్టి విశ్వకిరణ ప్రభావంలో తేడాలుంటాయనడానికి కారణం కనుగొనాలంటే, భూమి ఒక అయస్కాంతమనీ, దాని అయస్కాంత క్షేత్రం దశదిశలా ప్రదేశంలోకి చాలా దూరం వ్యాపించి ఉంటుందనీ, వెళ్ళినకొద్దీ దాని బలం క్రమంగా తగ్గుతుందనీ, మనం జ్ఞాపకం ఉంచుకోవాలి. విద్యుదావేశం కల అణువుల ప్రభావం ఆకాశంలోంచి భూమికేసి అన్ని దిక్కులనుంచి వస్తున్నప్పుడు, అవి భూమి అయస్కాంత క్షేత్రంలో ప్రయాణం చేయవలసి రావడంచేత, వాటి మార్గంలో మార్పులు పస్తాయి. ఈ ప్రవాహంలోని అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని దూసుకుని భూమి వాతావరణపు పై అంచులను చేరగలగడం వాని చలన శక్తి తీవ్రతమీద ఆధారపడి ఉంటుంది. తక్కువ శక్తిగల అణువులు భూమధ్యరేఖా మండలం వరకూ రాజాలవనీ, కేవలం భూమియొక్క అయస్కాంత ద్రువముల పరిసరములను మాత్రమే చేరుకోగలవనీ నిరూపించవచ్చు. ఇంతవరకు లభించిన ప్రత్యక్ష సాక్ష్యాన్నిబట్టి అందులోని రేడాలనుబట్టి విశ్వకిరణములు విద్యుదావేశం పొందిన అణువుల ప్రవాహమే కాని, భూమియొక్క అయస్కాంత క్షేత్రములవలన ఏ మార్పునూ పొందనట్టి విద్యుదయస్కాంత ప్రసారము కాదని

స్పష్టమవుతుంది. ఈ అణువులు లంబరేఖకు పశ్చిమంగా వాలుతూ భూమియొక్క వాతావరణంలోనికి ప్రవేశిస్తున్నాయని చెప్పడానికూడా గట్టి సాక్ష్యమే ఉంది. అందుచేత ఈ అణువులు ధన విద్యుదావేశము కలవనీ, ముఖ్యంగా ప్రోటాను లనీ, అనగా ఉదజని పరమాణువులలోని విద్యుదావేశముతో కూడిన కేంద్రక ములు అనీ బావింపవచ్చు.

మామూలుగా విద్యుద్వాహకం కాని గాలివంటి దానిద్వారా విద్యుదావేశము కల అణువులు అమిత వేగంతో పయనిస్తున్నప్పుడు, ఆ గాలిలోని అణువులు అయనీకరణం చెందుతాయి. అనగా తాత్కాలికంగా విద్యుద్వాహకాలుగా మారి ప్రోటానున్నది బాగా తెలిసిన విషయమే. పౌనఃపున్యం ఎక్కువగా ఉండే ఎక్స్ కిరణములు లేదా రేడియంనుండి వెలువడే గామా కిరణమువలన తాత్కాలికంగా అయనీకరణం జరుగుతుంది. ఇందుకు కారణం ఈ కిరణ ప్రసారం సోకడం వలన ఆ యా ద్రవ్యములనుండి విద్యుదావేశంగల పరమాణువులు పైకి విసరబడడమే. అనగా ఈ సందర్భంలో జరిగేది ముందుగా విద్యుదావేశం పొందిన పరమాణువులు విడివడి, ఆ తరువాత అయనీకరణం చెందడం జరుగుతుందన్న మాట. విశ్వకిరణ పరిశోధనకై నేటివరకు అనుసరించబడుతున్న ప్రయోగ పద్ధతులు అన్నీకూడా విసురుగా పయనించే విద్యుదావేశము పొందిన పరమాణువులకు కల అయనీకరణ శక్తిమీదనే ప్రత్యక్షంగానో, పరోక్షంగానో ఆధారపడి వున్నాయి. ఇక ఆ యా ప్రయోగ వివరాలు విద్యుదావేశం పొందిన ఈ పరమాణువుల గల శక్తిమీదనూ, లేదా ప్రసార తీవ్రతమీదనూ చాలావరకు ఆధారపడి ఉంటాయి. ఉదాహరణ: శక్తిమంతములైన గామాకిరణ ప్రయోగంవల్ల మనం ఇంతవరకు, ఎక్స్ కిరణ ప్రయోగంవల్ల కనుగొనజాలని ఫలితములను సాధించగలుగుతున్నాం. అయితే అత్యంత శక్తిమంతములైన గామాకిరణములకు కూడా ఉండజాలనంతటి హెచ్చుశక్తి విశ్వకిరణ క్షేత్రంలో ఉండే ప్రతి అణువుకూ ఉంటూండడం గమనార్హం. అందుచేత వీటిద్వారా మనం కడు శక్తిమంతమైన గామా కిరణమువలన కూడా సాధ్యము కాని అనేక విధములైన నూతన లక్షణములతో వ్యవహరించవలసి వస్తున్నది.

విశ్వకిరణ పరిశోధనకై నిర్మింపబడిన సాధన సామగ్రి మిక్కిలి నైపుణ్యంతోను, చాతుర్యముతోను నిర్మించబడినది. ఇవి స్థూలముగా మూడు రకములు. అయనీకరణ పరిమాణమును, ప్రభావమునూ నమోదుచేసే ఎలక్ట్రోస్కోపులు.

ఆయా పరిస్థితులలో కనబడే ప్రతి విశ్వకిరణమును లెక్కించి, మొత్తం నమోదు చేసే గ్రేగర్ కాంటర్ల నీటి ఆవిరి ఘనీభవించడంచేత ఏర్పడిన నీటి చుక్కలను అణువులు వెళ్ళే మార్గం పొడవునా వేర్చి, దాని గమన మార్గాన్ని కనబడేటట్లు, చేసే విల్సన్ చేంబర్ ఈ సందర్భంలో చెప్పకోవగినవి. ఈ విల్సన్ చేంబర్ విద్యుదావేశముతో కదిలే అణువుల మార్గములను చుట్టలు చుట్టలుగా వంచగల శక్తిమంతమైన అయస్కాంత క్షేత్రము సహాయముతో వాటి చలన శక్తితోపాటు విద్యుదావేశము, ఋచాత్మకమో, ధనాత్మకమో నిర్ధారించుతుంది. ఈ మూడింటి లోను విల్సన్ చేంబర్ విచారము ఎంతో ముఖ్యమైనదీ, ప్రమోజనకరమైనదీని. ఏమంటే విద్యుదావేశము పొంది అమిత వేగంతో పయనించే పరమాణువుల మార్గాలను దీనిలో ఛాయాచిత్రముగా సంగ్రహించవచ్చు. జల్లున వర్షింపే ఆయా పరమాణువులలోని తేదాలను సూచించే వివిధ వ్యాసార్థములుగల వలయములలో పరిభ్రమించే పరమాణువుల పథాన్ని, ఆయా సందర్భాలలో అవి అనుసరించే వక్రమార్గాలనూ, చక్కని చిత్రాలుగా తీసి ప్రచురించారు. ఈ ప్రకారంగానే ప్రయోగాలుచేసి పాజిట్రాన్ అనబడే ధన విద్యుదావేశం కల ఎలెక్ట్రాన్ ఉనికిని ఏడర్సన్ అనే విజ్ఞాని కనుగొన్నాడు. అలాగే లీక్షమైన విద్యుదయస్కాంత ప్రసార ప్రభావానికి గురియైనప్పుడు ద్రవ్యంనుంచి పాజిట్రాన్ — నెగట్రాన్ పరమాణుయుగళం ఉత్పత్తి అవుతుందని కూడా ప్రత్యక్షంగా చూపించాడు. అలాగే మీజాన్ అనబడే చిరువైన ఎలెక్ట్రాన్ కూడా ఉన్నదని ఈ పద్ధతి ప్రకారమే ఋజువు చేయబడింది. విశ్వకిరణములోని అణువుల మార్గములనూ, అవి ద్రవ్యముతో ఢీకొన్నప్పుడు కలిగే ఫలితాలనూ నమోదు చేయగల ఇతర విధానాలు కూడా వాడుకలో ఉన్నాయి. ఇది ఎంతో సులభమైన ప్రయోగం. కొంచెం మందంగా మండుపూత పెట్టిన ఫోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటును చాలాసేపు నిశ్వకిరణముల ప్రసారానికి గురి చేస్తారు. ఇందువల్ల కూడా మిక్కిలి ఆశ్చర్యకరమైన సత్యలితాలే సమకూరాయి.

గ్రేగర్ కాంటర్ అనేది మిక్కిలి చాతుర్యంతో నిర్మించబడిన శక్తి మంతమైన పరికరం. అందులో ప్రధానంగా ఉండేది గుండ్రటి పొడుగాటి గొట్టం. దానిని అందుకు పనికివచ్చే వాయువుతోగాని, ఆవిరితోగాని నింపుతారు. దానికి అక్షం పొడుగునా ఒక నన్నని టంగ్స్టన్ తీగ ఉంటుంది. అయనీకరణం సాధించే అణువు అందులో ప్రవేశించగానే, మీద నొక్కినట్లయి గొట్టం పొడవునా విద్యు

ల్లత మెరుస్తుంది. ఆ వెంటనే దానంతటదే శుభపడి నమ్మడానికి వీలులేనంత అతి స్వల్పకాలంలోనే మళ్ళీ ప్రయోగాన్ని సాధించడానికి వీలుగా తరువాతవచ్చే అణువు కొరకు తయారుగా వుంటుంది. పునః ప్రసార సాధనాలనూ, ఇతర సాధనాలనూ ఉపయోగించడం వలన ఈ మెరుపులను ఒక్కొక్కటిగా గాని, గుంపులుగా గాని లెక్కపెట్టి యంత్ర సహాయంతో నమోదు చేయవచ్చు. విశ్వకిరణములలో రెండవ విడత అణువులు ఎట్టి పరిస్థితులలో ఏ విధంగా ఉత్పత్తి అవుతున్నాయో, ఆ వివరాలనూ, వాటి శక్తి సామర్థ్యాలనూ, అవి అనుసరించే మార్గములనూ కనుగొనడానికై వివిధ రీతులలో ఒకదానితో ఒకటిగా చేర్చబడిన సంపూర్ణమైన గైగర్ మానిని దొంతరలను ఉపయోగిస్తారు. పరస్పరసగా గాని పశ్చెములలో గాని ఒక క్రమంలో ఏర్పాటుచేసిన ఈ గైగర్ మానిని సమూహములను విశ్వకిరణ దూరదర్శనుల వలె కూడ ఉపయోగిస్తున్నారు. విశ్వకిరణ పరిశోధన జరిగే గదిలోనికి మనం ప్రవేశించి అక్కడ ఉండే గైగర్ మానిని యంత్రాలు ఎడతెగకుండా చేసే టిక్కుటిక్కుమనే ధ్వనిని ఒక్కసారి వింటే, కాస్మిక్ కిరణ ప్రసారం సర్వవ్యాప్తిగా ఉన్నదని స్పష్టమై తీరుతుంది.

భౌతిక శాస్త్రంలో సర్వేసర్వత్రా ప్రయోగ మూలకంగా జరిగే ఇతర పరిశీలనల కంటే విశ్వకిరణ పరిశీలన కొన్ని విషయాలలో ప్రత్యేకమైనట్టిది. మామూలు ప్రయోగశాలలోని ఒక గదిలో విశ్వకిరణములకు సంబంధించిన కొన్ని ప్రయోగములను సాగించడం సులభ సాధ్యమే. కాని అట్టి ప్రయోగాలవల్ల పరిమిత ప్రయోజనాలు మాత్రమే చేకూరుతాయి. అందుచేత విశ్వకిరణ పరిశోధనలు చేసే భౌతిక శాస్త్రవేత్త ఎక్కువ తరచుగా పర్వతాలు ఎక్కవలసి వస్తోంది. విమానాలలో వెళ్ళవలసి వస్తోంది. స్ప్రింగ్ ఫీల్డ్ (భూమికి ఏడు మైళ్ళకు పైగా ఉండే వాతావరణ భాగం)లోకి పోయే గాలిబుట్టల్లో ప్రయోగించవలసి ఉంటుంది. భూమిమీదనున్న వివిధ ప్రదేశాలకు, లేదా ఇంకా ఉన్నతోన్నతమైన శావులకు తన యంత్రాలను తోసుకుపోయి ఆయా స్థలాలలో ఏమేమి జరిగేదీ కనిపెడుతూ ఉండాలి. తాను స్వయంగా వెళ్ళడానికి అవకాశం లేని స్థలాలకూ, ఉన్నత శిఖరాలకూ, కేంద్రాలకూ పంపడానికి వీలైన తేలికపాటి పరికరాలను సమకూర్చుకోవలసి ఉంటుంది. పైగా అట్టి యంత్రాలు కనుగొని సంజ్ఞారూపంలో ప్రసారంచేసిన సమాచారం అంతనీ గ్రహించి సమోదుచేసి, తరువాత సావకాశంగా పరిశీలన చేయడానికి వీలైనట్టి పరిస్థితిలో ఉండాలి. స్ప్రింగ్ ఫీల్డ్ లో ఉన్నతోన్నత

మైన తావులకు అట్టి యంత్రాలుంచిన గాలి బుట్టలను విరివిగా, పేవ్చుగా సంపదం అనేది విశ్వకిరణ పరిశోధనలో సాధారణంగా జరుగుతూ ఉండే పనే. వాతావరణంలోని అవోభాగాలకు చొచ్చుకుని వచ్చేటప్పుడు ప్రాథమిక ద్రవ్యాణువుల శక్తిలో కలిగే మార్పుల స్వభావాన్ని కనిపెట్టడంలో ఈ విధానం ఎక్కువగా సహాయపడుచుంది.

ప్రయోగశాలలో యంత్రవరకు సుమారు ఐదుకోట్ల ఎలెక్ట్రాన్ వోల్టుల పరిమాణము కల శక్తిని మాత్రమే కృతకంగా ఉత్పత్తి చేయగలగగా, భూమియొక్క వాతావరణంలోకి ప్రవేశించడానికి పూర్వం విశ్వకిరణాలలో ఉండే ఒక్కొక్క ద్రవ్యాణువుకుండే శక్తి కొన్ని వందలకోట్ల ఎలెక్ట్రాన్ వోల్టులుంటుందని అంచనా వేయబడింది. అన్యత్రా దుర్లభమైన సూతన విజ్ఞానం, విశ్వకిరణ ప్రసార పరిశీలన వలన మనకు అందుబాటులోకి వచ్చిందంటే ఏమీ ఆశ్చర్యంలేదు. విశ్వసించడానికి వీలులేనంత విపరీతమైనట్టి శక్తిగల ఈ అణువులు యెక్కడ నుంచి వస్తున్నాయి? ఎప్పుడు ఏలాగున ఉత్పత్తి అవుతున్నాయి? అన్న ప్రధానమైన ప్రశ్నలకు సరియైన సహేతుకమయిన సమాధానం యింకా లభించనేలేదు. ఈ సందర్భంలో పదిమంది పది విధాలుగా చేస్తున్న ఊహాగానాల్ని గురించి ప్రస్తావించడంవల్ల ఏమీ లాభం వుండదు. అయితే ఇందుమూలంగా బయలుదేరిన సమస్యలు మానవ మేధకు పెద్ద సవాలు. వాటికి లభించే సమాధానం, విశ్లేషణ తక్కువ క్రమంతోబాటు, ప్రకృతి స్వరూప, స్వభావాలను, పోకడలను అర్థం చేసుకోవడానికి తప్పక తోడ్పడగలవనడానికి ఎట్టి సందేహం అక్కరలేదు.

16. నక్షత్రజగత్తు

వాతావరణం నిర్మలంగా వున్నప్పుడు తల పైకెత్తి చీకటి రాత్రుల్లో ఆకాశంవైపు చూస్తే, అది మిణుకుమిణుకు మనే నక్షత్రాలతో నిండివున్నట్టుంటుంది. ఈ నక్షత్రాలలో కొంతమంతమైనవి చాలా స్వల్ప సంఖ్యలోను, కొద్ది కొంత గలవి యెక్కువగానూ, కనబడీ కనబడనట్లుండేవి అధికాధికంగానూ ఉంటాయి. అయితే ఆకాశం మధ్య అడ్డంగా వ్యాపించి ఉండే కొంతమంతమైన పొలపుంత మిక్కిలి దర్శనీయంగా ఉంటుంది. కాని, అన్నిచోట్ల ఒకే విధంగా తేజోవంతంగా కనబడదు. కొన్నిచోట్లలో ప్రత్యేకంగా స్ఫుటంగా కనిపిస్తుంది. మరికొన్నిచోట్ల మ్లానంగా వుంటుంది. ఉదాహరణకు, ధనూరాశి దగ్గర వున్న భాగం మంచి కాంతిమంతంగా కనబడుతుంది. ఉత్తరకంఠిలో చూచిన దానికంటే మంచి దూరదర్శినితో చూస్తే ఆకాశంలో దాగియున్న అనేక నక్షత్రాలు యింకా ఎన్నో కనిపిస్తాయి. ఉత్తరకంఠికి సర్వసాధారణంగా కనిపించనట్టి నక్షత్రమాలలూ, కేవలం కాంతి పరచినట్టుగా ఉండే నక్షత్ర మేఘాలూ (నెబ్యులాలు) దూరాన ఉన్న నక్షత్రాల సమూహంలా మరింత స్పష్టంగా గోచరిస్తాయి. శక్తిమంతములైన దూరదర్శినులను ఉపయోగించినకొద్దీ నక్షత్ర జగత్తు మనకు క్రమక్రమంగా మరింత దాగా కనబడుతుంది. ప్రపంచంలో ప్రఖ్యాతి తెక్కిన ఐగోళ వేధశాలల్లో వాడే పెద్ద పెద్ద దూరదర్శినులు, వాటి సహాయంతో తీసిన ఛాయాచిత్రాలూ మనకు ఐగోళపు అమృతాలను అవగాహన చేసుకోవడానికి తోడ్పడుతాయి. నేటి ఐగోళశాస్త్ర వ్యాసాలతోదాట ప్రచురించిన ఆకాశ భాగముల ఛాయా చిత్రముల సకళ్ళను చూస్తేనే చాలు. వాటిని తీసిన గొప్ప పరికరముల శక్తిసామర్థ్యము రెంతటివో తెలుస్తుంది.

నక్షత్ర జగత్తునంతా పరిశీలించడమూ దాని నిర్మాణమునూ, వ్యాప్తిని పూర్వ చరిత్రనూ నిర్వచించడం ఐగోళశాస్త్రపు ప్రధాన లక్ష్యాలు. ఇందుకు పంపిందించిన ఈ సమస్యలను పరిష్కరించునీడారే ప్రపంచమందలి ముఖ్యమైన

ఖగోళ వేదశాలలు, ప్రాచీన. అర్వాచీన ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు విశేషమైన శ్రద్ధాసక్తులతో కృషి చేశారు. వారి కృషి ఫలితంగా ఖగోళశాస్త్ర విశేషాలూ, వాటికి ఎన్నో వ్యాఖ్యానాలూ క్రమంగా మనకు లభించాయి. ఐతే ఇవే అతిమ ప్రమాణంగా పరిగ్రహ్యము కాకపోయినా, నమ్మతగినట్టి సందేహముల కెడమీయని ప్రత్యక్ష సాక్ష్యముల ఆధారపడి వున్న కారణంగా సుగ్రహములుగాను, పరిశోధనకు మార్గదర్శకంగానూ వున్నాయి. ఖగోళశాస్త్రంలో సైతం యితర శాస్త్రాలలో వలె ప్రత్యక్ష పరిశీలన, స్పష్టమైన గణితం, శాస్త్ర చర్చలూ చాలా ఉంటాయి. అందుకే ఇందులో అధికభాగం కేవలం శాస్త్రపుణులకు మాత్రమే అర్థమవుతుంది. వాటికే దాని విలువ తెలుసు. కాని ఖగోళ శాస్త్ర విజ్ఞానులు కనుగొన్న ప్రాథమిక సత్యాలూ వాటికి సంబంధించిన వ్యాఖ్యలూ సామాన్యులకు అందువాటలో లేనివి మాత్రం కాదు.

నక్షత్ర జగత్తును గురించి బాగా తెలుసుకోగలగడం, ఖగోళ వేదశాలలో అనుసరించబడే విధానాలను గురించిన ప్రాథమిక పరిజ్ఞానంపై చాలా వరకు ఆధారపడి వుంటుంది. ఖగోళ విజ్ఞానాభివృద్ధి అంకా నక్షత్రము ఉనికి తెలియ పరచే నక్షత్ర కాంతి పరిశీలనపై ఆధారపడి వుంటుంది. శాస్త్ర తెలియనివారికి కంటితో చూడడం, చూచి సంతోషించడం మాత్రమే ఖగోళ విజ్ఞానమనిపించడం సహజం. ఈ సందర్భంలో ముప్పుయిరెండేళ్ళనాడు కాలిఫోర్నియాలోని మౌంట్ విల్సన్ అబ్జర్వేటరీ (ఖగోళ వేదశాల)లో నేను గడిపిన రెండు రాత్రులూ జ్ఞాపకం వస్తోంది. అప్పుడక్కడ ఏమి జరిగిందీ నాకు యింకా చక్కగా జ్ఞాపకం ఉంది. ఆనాడు వాతావరణం అంత అరుకూలమైన స్థితిలో లేకుండడంచేత అక్కడ నున్న పెద్ద దూరదర్శినులు సంతృప్తికరంగా పనిచేయ్యలేకపోయాయి. ఆ రోజున అలా ఉండడం నా కచ్చిన గొప్ప అవృష్ట విశేషమనే నేననుకున్నాను. అందువల్ల అక్కడి విశేషాలను చూచి ఆనందించడానికి వీలైంది. అరవై అంగుళములూ, నూరు అంగుళములూ, అడ్డకొలత కల రిఫ్లెక్టర్లు (ప్రతిఫలన అద్దములు) ఎంతటి విశేష శక్తిసామర్థ్యాలతో కాంతిని పరిగ్రహించి ప్రతిఫలింపచేస్తాయో తెలుసుకుని ఎంతో ఆనందించాను. మిక్కిలి ప్రకాశవంతమై, స్పష్టమైన రూపురేఖలు లేని ప్రాంతంగా మూములు పరికరాలకు కనిపించే మృదశీర్షరాశిలోని పెద్ద నక్షత్ర మేఘం అరవై అంగుళముల దానిలో రికరికాల రంగులతో మెరిసిపోతూ ఆకాశ మధ్యంలో అతికించిన పెద్ద వెలుగు పెళ్ళవలె కనబడింది. ఈ నక్షత్ర మేఘంలో

ఉండే వాయువుల నుంచి వెలువడే విచిత్ర కాంతులవలెనే ఇది ఇన్ని రంగులలో కనబడుతోంది.

ఋగ్వేద విజ్ఞానులు జరిపే శోధనలలో ప్రత్యక్ష పరిశీలనకు స్వల్పప్రాధాన్యం మాత్రమే వుంటుంది. అదేనా చాలా భాగం చాయాచిత్రం ఫలకం (పోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు) సహాయంతో జరుగుతుంది. పరిశీలించవలసిన నక్షత్రాలనుబట్టి సమయానికి, సందర్భానికి సరిపోయిన కవాటాలను ఉపయోగించి వాటిని వలసినంత సేపు తెరచి ఉంచి కాంతిని కావలసినంతగా ప్రసారం కానిచ్చి ఆయా నక్షత్రాలకు సంబంధించిన వివరాలన్నీ ఒక చాయాచిత్ర ఫలకం (పోటోగ్రాఫిక్ ప్లేటు) మీద నమోదు చేస్తారు. మనకు మామూలుగా కనిపించే నక్షత్రముల దైవందిన చలనం లేకుండా పరిహరించి స్థిరమైన నక్షత్ర ప్రతిబింబాలు మాత్రమే నమోదయ్యేట్లుగా ఈ చాయాచిత్ర ఫలకాన్ని అమర్చాలి. అనగా నక్షత్రాల దైవందిన చలనంతో సమానంగా తిరిగే పరికరాన్ని ఉపయోగించాలి. నేడు వాడుకలో ఉన్న దూరదర్శిని యంత్రాల బృహన్నీర్మాణాన్ని గమనించినట్లయితే బొమ్మ అలుక్కుపోకుండాను, పొడుగ్గా గీతలు సాగిపోయినట్లు ఉండకుండాను ఉండాలంటే, వాటిని త్రిప్పే యంత్రాలు ఎంత సున్నితంగా, ఎంత నిశితంగా ఉండాలో గ్రహించగలుగుతాం. చాయాచిత్ర ఫలకాన్ని ఉపయోగించడంవల్ల కలిగే గొప్ప సమస్య ఏమిటంటే కావలసినంతసేపు కవాటాన్ని తెరచి కాంతిని ప్రసరింప చేసి మామూలుగా చూస్తే కనబడని మృదువైన ఋగ్వేద దృశ్యాల ప్రతిబింబాలను సైతిం స్పష్టంగా సంగ్రహించి సావకాశంగా పరిశీలించుకోడానికి వీలుండడం. పైగా యిందువల్ల అగాధమూ, అంధకార బంధురమూ అయిన అంతరిక్షపు లోతులను అన్వేషించడం సులభ సాధ్యమవుతున్నది.

నక్షత్రముల చిత్రాల తోడ్పాటుతో సాపేక్షంగా వాటి ఉనికి ఖచ్చితంగా నిర్దేశించడానికి, వాటి కాంతి ప్రసార పరిమాణాన్ని నిర్ణయించడానికి వీలుంది. కాంతి వర్ణచిత్రంలో వివిధ భాగాలను సంగ్రహించడానికి వీలుగా రూపొందించిన చాయాచిత్ర ఫలకాన్ని ఉపయోగించి నక్షత్రముల రంగులను కూడా నిర్ణయించవచ్చు. అంతేకాదు. నక్షత్రముల వర్ణచిత్రములను యథాతథంగా నమోదు చేయగలగడం, వాటి నుంచి వెలువడే కాంతి స్వరూప స్వభావాలను ఇంకా వాగా పరిశీలించవచ్చు. అందుకని వర్ణపట దర్శిని, దూరదర్శిని ప్రత్యేకంగా విడిగా అమర్చడంగాని, లేదా వర్ణపట దర్శినితో సహా దూరదర్శినిని నిర్మించడం

గాని అవసరం. ఇట్టి యంత్రాలసాయంతో తీసిన సక్షత్రాల వర్ణపటములను పరిశీలించి చూడగా, అవి ఒకదానితో ఒకటి ఎంత మాత్రం పోలివుండవని తేలింది. అవి ఎంత వేర్వేరుగా ఉన్నాయంటే వాటిని పది ప్రత్యేక విధాలుగా వర్గీకరించవలసి వచ్చింది. సక్షత్ర వర్ణ చిత్రములలోని వ్యత్యాసాలకూ, కంటికి గోచరించే వాని రంగులకూ స్పష్టమైన సంబంధం ఉంది. అయితే ఈ వర్ణచిత్రాల పరిశీలన వలన దాని రంగును గురించి కంటే, భౌతికమైన స్థితిగతులను గురించే ఎక్కువగా తెలుస్తుంది.

ప్రత్యక్ష పరిశీలనవల్ల లభించిన సమాచారం అనేక విధాలుగా ఉంది. ఇతర సక్షత్రాలతో పోల్చి చూచినప్పుడు సాపేక్షంగా వ్యక్తమయ్యే ఒక సక్షత్రపు ఉనికి, లేదా స్థానం ఈ కోవలో మొదటిది. దాని రంగు, కాంతి సాంద్రత రెండవది. మూడో విశేషం ఏమిటంటే దాని వర్ణచిత్రం ఏ వర్గానికి చెందినదీ ఆ వివరాలు. అయితే సక్షత్రాలకు సంబంధించిన ఈ వివరాలన్నీ ఇలాగే శాశ్వతంగా ఎట్టి మార్పులూ లేకుండా ఉంటాయని భావించకూడదు. సంవత్సరానికి ఒకసారి సూర్యునిచుట్టూ భూమి తిరగడంచేత, భూమిమీదనుండి మనం చూచినప్పుడు ఆయా సక్షత్రాల ఉనికిలో స్వల్ప స్థానచలనం కనబడవచ్చు. దీనిని 'పేరలెన్స్' అంటారు. అయితే ఇది మనకి సక్షత్రానికి మధ్య ఉండే దూరాన్ని బట్టి మారుతూ ఉంటుంది. దూరం తగ్గితే అది పెరిగినట్టుంటుంది. అసగా దూరానికి, దీనికి విలోమ నిష్పత్తి. సక్షత్రాన్ని మనం చూడే మార్గానికి, అసగా దర్శన రేఖకు భిన్నమైన స్వతంత్ర చలనం ఆ సక్షత్రానికి ఉండవచ్చు. దీని వలన సక్షత్ర డేత్రంలో శాశ్వతమైన స్థానచలనం సక్షత్రానికి కలుగుతుంది. కొన్ని సందర్భాలలో దర్శనరేఖ మెబడే దూరాన ఉండే కొన్ని సక్షత్రాలు చరించవచ్చు. అయితే సక్షత్ర స్థానములను చూపే ఛాయా చిత్రములలో ఈ చలనాన్ని కనిపెట్టలేకపోవచ్చుగాని. సక్షత్రపు వర్ణచిత్రంలో పరిపుటంగా కనబడే ప్రమాణ వర్ణరేఖలు ఎరుపురంగు వైపునకో, ఊవారంగు వైపునకో కదలడంచేత కలిగే డాప్లర్ స్థాన చలనములనుబట్టి ఈ చలనాన్ని కనిపెట్టవచ్చు. కృత్రిమ, లేదా నైజ సక్షత్ర చలనాలతోబాటు వాటి కాంతి ప్రసారంలోని తేడాలను గురించి కూడా మనం తెలుసుకోగలుగుతాము. ఇవి ఒక నిర్ణీతక్రమంలో కానవచ్చేవైనా కావచ్చు, లేదా అస్పష్టప్పుడు సకృతుగా కనిపించేవైనా కావచ్చు. అనేక సక్షత్రములతో కూడిన యుగళభారలు ఒకదాని చుట్టూ ఒకటి నియమిత కాలంలో తిరు

గుతూ, ఒకదాని కొకటి అడ్డము వచ్చినప్పుడుగాని, నక్షత్ర రచనలోని పరిమాణములో మార్పులనుబట్టి స్వతఃసిద్ధంగా హెచ్చుతూ తగ్గుతూ స్పందించడం వలన గాని నిర్ణీతక్రమంలో కనబడే మార్పులు తేడాలు కలుగవచ్చు. మరొక విషయమేమంటే నక్షత్ర వర్ణచిత్రాలలో కూడా తేడాలుండవచ్చు. ముఖ్యంగా కొత్తగా పుట్టిన నక్షత్రాల వర్ణచిత్రాలలో తేడాలు ఎక్కువగా ఉంటాయి. తరచు రూపురేఖలు మారుతూ ఉండే నక్షత్రాల వర్ణచిత్రాలలో కూడా ఏవో కొన్ని స్వల్పమైన మార్పులు గోచరిస్తూ ఉంటాయి. నక్షత్రముల ప్రాతిభాసిక కాంతికి, నిజమైన కాంతికి పరస్పర సంబంధం చాలా ఉంది. అది రెండు ఒకలాంటివి కావు. మనకూ, నక్షత్రానికి ఉండే దూరం పెరిగినకొలదీ, దాని ప్రాతిభాసిక కాంతి తగ్గుతుంది. భౌతికశాస్త్ర దృష్ట్యా ప్రాతిభాసిక కాంతికంటే నైజకాంతికే ప్రాధాన్యం ఎక్కువ.

నక్షత్రాలకు సంబంధించి సంతవరకు వాటికి కొలవదగిన కోణవ్యాసం కలదా ? లేదా ? అన్నది చాలా ముఖ్యమైనది. మనకంటేకి మాయాదుగా తక్కువ కాంతిగల నక్షత్రముకంటే ఎక్కువ కాంతిగల నక్షత్రం పెద్దదిగా ఉన్నట్టు కనిపిస్తుంది. కాని, అది మనసులో కలిగే భ్రాంతి మాత్రమే. అలాగే ఛాయాచిత్ర పలకం మీద కనబడే ప్రకాశవంతములైన నక్షత్రముల ప్రతిబింబములు, మూసమైన వాటి ప్రతిబింబములకంటే పెద్దవిగా ఉన్నట్టు కనబడతాయి కనుక దానివలెనే ఇది కూడా భ్రమ మాత్రమే. అయితే దీనివల్ల కొంత ప్రయోజనం లేకపోలేదు. ఏమంటే ప్రాతిభాసిక కాంతి వర్గీకరణలో ఆయా నక్షత్రములకు గల స్థానములను అంచనాకట్టి చూపడానికి వీలైన సులభమైన మార్గం ఇది. నిజానికి ఒక్క సూర్యుని విషయంలో తప్ప, తక్కిన అన్ని నక్షత్రముల కోణ పరిమితులు కొలతలకు అందనంత చిన్నవి. అలాగే దూరదర్శిని తోడ్పాటువల్ల లభించే ప్రతిబింబముల పరిమాణమునుబట్టి వెంటనే నిర్ణయించుటకు వీలులేనంత చిన్నవి. నిజానికి నక్షత్రముల కృత్రిమ కోణవ్యాసములను కొలవడానికై 'ఇంటర్ ఫెరెన్స్ మీటర్' అనే పరికరాన్ని ఉపయోగించే ప్రత్యేక విధానం ఒకదానిని మికల్స్ సన్ రూపొందించాడు.

చుగళీర్ష నక్షత్రరాశికి చెందిన పెద్ద నక్షత్రం అర్ధా నక్షత్రం విషయంలో ఈ విధానం అనుసరించడంవల్ల సర్పలితారే సమకూరాయి. అందువల్ల అర్ధా నక్షత్రపు కోణాత్మక వ్యాసం వృత్తభాగపు సెకండ్ లో ఇరవయ్యోవంతు ఉందని

లెక్క తేలింది. అర్ధ సక్షత్రమున కుందే స్వల్పమైన పేరలాక్ష్మనుబట్టి తేల్చిన దూరంలో ఈ కోణాత్మక వ్యాసాన్ని చేర్చి లెక్కకట్టగా, దాని వ్యాసం ఇరవై కోట్ల మైళ్ళని తేలింది.

ఒక సంవత్సరంలో నక్షత్రానికి కలిగే పేరలాక్ష్మను కనుక్కోవడంవల్ల దానికి, మనకి మధ్యవున్న దూరాన్ని ఖచ్చితంగా లెక్కించవచ్చు. నక్షత్రపు కోణపరిమాణం, దాని దూరం పెరిగినకొద్దీ తగ్గుతుంది. మిక్కిలి దూరాన్నున్న నక్షత్రాలకు యిది గమనార్హం కానంతగా తగ్గిపోతుంది. భాయా చిత్రాలు తీయగల బ్రహ్మాండమైన దూరదర్శి యంత్రాలు కనిపెట్టిన అసంఖ్యాక నక్షత్రాలతో పోల్చినప్పుడు, గమనార్హమైనంతగా 'పేరలాక్ష్మ' ఉన్న నక్షత్రాల సంఖ్య చాలా స్వల్పం. అతి దగ్గరగాఉన్న నక్షత్రాలకు కూడా అతి స్వల్పమైన 'పేరలాక్ష్మ' ఉండడం. ఎక్కువ దూరంగా ఉన్నవాటికి ఉపేక్షించ తగినంత చిక్కువగా వుండడంబట్టి, నక్షత్ర జగత్తు యెంత విశాలమైనదో తెలుసుకోవచ్చు. నక్షత్ర జగత్తులో అంచులవద్ద నున్న నక్షత్రములను, నక్షత్ర సమూహములనూ కనీసం వాటి దూరభారములను నిర్ణయించగల ప్రత్యేక విధానాలు ఎన్నో రూపొందించ బడ్డాయి. వీటిని గురించి మరోసారి ప్రస్తావించ దలచాను. నక్షత్ర జగత్తు నిర్మాణాన్ని గురించి ప్రస్తుతం అమలులోవున్న భావాలను గురించి మాత్రమే ప్రస్తావించ దలచాను.

మన సూర్యుడూ ఒక నక్షత్రమే. కాని అట్టే పెద్దదీ కాదు, అంత ఎక్కువ ప్రకాశవంతమైనదీ కాదు. తన చుట్టూఉన్న ఇరవై నక్షత్రాలతోనూ, శక్తివంతములైన దూరదర్శినులవేత ప్రత్యేక నక్షత్రముల క్రింద సులువుగా విశ్లేషించబడిన పెక్కు నక్షత్ర సమూహములతోనూ కలిసి సూర్యుడు ఒక స్థానిక నక్షత్ర మండలంగా భాసిల్లుతున్నాడు. ఈ స్థానిక మండలమైనా చాలపుంత అని మనం వ్యవహరించే పెద్ద నక్షత్ర వీధిలో ఒక భాగం మాత్రమే. పాలపుంత అనే ఈ నక్షత్ర వీధి శంఖాకృతిలో ఉండే ఒక నక్షత్ర మేఘమనీ. దాని మధ్యను పెక్కు నక్షత్రాలు దట్టంగా ఏర్పడి తెల్లటి కాంతితో మెరుస్తూ ధనూరాశిలో ఒక భాగమనీ ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు అభిప్రాయపడుతున్నారు. ఈ నక్షత్ర వీధికి వెలుపల బహు దూరంలో అసంఖ్యాక నక్షత్ర వీధులున్నాయి. శక్తివంతమైన దూరదర్శినుల సాయంతో తీసిన సిద్ధాంతాల్గు భాయా చిత్రాల పరిశీలనవల్ల ఈ నక్షత్రముల ఉనికి వెల్లడైంది. మన నక్షత్ర వీధికి వెలుపలగాఉన్న ఈ నక్షత్ర వీధు

అన్నింటిలోను సుప్రసిద్ధమైన 'ఎస్ట్రోమీడా'లోని నక్షత్ర మేఘం మాత్రమే ఉత్తరంబడి కనిపిస్తుంది. తగినంత శక్తిమంతమైన దూరదర్శినిలో నుంచి చూస్తే, ఈ నక్షత్ర మేఘపు లక్షణాలన్నీ స్పష్టమవుతాయి.

17. నక్షత్ర జగత్తు

సూర్యుడు కూడా ఒక నక్షత్ర మాత్రమే. కాని భూమికి దగ్గరగా ఉండే నక్షత్రాలన్నింటి కంటే మరీ దగ్గరగా ఉండడంచేత వాటన్నింటికంటే చాలా పెద్దదిగానూ, చాలా కాంతిమంతంగానూ ఉన్నట్టు కనిపిస్తాడు. దూరదర్శినిలో నుంచి సూర్యుణ్ణి చూస్తే మధ్యభాగం ఎక్కువ కాంతిగానూ, అంచులను సమీపించిన కొద్దీ తక్కువ కాంతిగానూ ఉండే ఒక గుండ్రటి బింబం కనిపిస్తుంది. ఇలా ప్రకాశించే సూర్యోపరితలాన్ని 'ఫోటోస్ఫియర్' అంటారు. నల్లటి మచ్చలు ఉంటూ ఉండడంచేత, దానిపై నునుపు శరచు పాడవుతున్నట్టుంటుంది. అయితే అంచులవద్ద మాత్రం 'ఫాక్సురే' అనబడే మిక్కిలి తేజోవంతమైన రేఖలు తరచు కనిపిస్తాయి. సూర్యునిమీద మచ్చలనూ, తేజోరేఖలనూ చాలా కాలంనుంచి వైజ్ఞానికులు పరిశీలిస్తూనే వున్నారు ఈ పరిశీలనవలన ఇతర విషయములతోవాటు సూర్యుని భ్రమణ కాలం కూడా నిర్ణయించడానికి పీలవుతుంది.

మామూలు వర్ణపట దర్శిని కంతమీద సూర్యుని ప్రతిబింబింపబడేటట్లు చేస్తే, అవిచ్ఛిన్నంగా ప్రకాశవంతమైన వర్ణచిత్రం కనబడుతుంది. ఈ వర్ణ చిత్రం అంతటా అడ్డంగా ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు అనబడే నల్లటి గీతలు ఎన్నో ఉంటాయి. బింబమధ్యంనుంచి అంచువరకూ, అంచు దాటిన తరువాత అనేక కేంద్రాలనుంచి ప్రసరింపచేసిన సూర్యకాంతి వర్ణ చిత్రాలను జాగ్రత్తగా పరిశీలిస్తే వాటి మధ్య ఎన్నో తేడాలున్నట్టు కనబడుతుంది. ఫోటోస్ఫియర్ కాంతి వర్ణ చిత్రం అవిచ్ఛిన్నమైనదనీ, పల్చటి అవిరి పొరలలోనుండి దూరి రావడం చేత దాని కాంతి హరింపబడి నల్లటి ఫ్రాన్ హోఫర్ రేఖలు ఏర్పడుతున్నాయనీ ఈ వర్ణచిత్రాల పరిశీలననుంచి గ్రహించగలుగుతాం. అసలు కాంతిని హరించి నల్లటి రేఖలను సృష్టించడంచేత ఆ అవిరి పొరలను రివర్సింగ్ రేయర్స్ అని వ్యవహరిస్తూ వుంటారు. దీనికి ఇంకా చాలా పైన 'క్రోమోస్ఫియర్' మందలం

అనేది వుంది. అది తేజోవంతమైన కాంతిరేఖలు కల వర్ణచిత్రాన్ని ఏర్పరుస్తుంది. చంద్రబింబంచేత సూర్యబింబం పూర్తిగా కప్పివేయబడినప్పుడు ఆ సంపూర్ణ గ్రహణ సమయంలో లభించే కొద్ది నిమిషాల కాలం ఈ క్రోమోస్పియర్ వర చిత్ర విశేషాలను పరిశీలించడానికి అనుకూలమైన తరుణం. ఈ క్రోమోస్పియర్ కు కొంచెం వెలుపలగా 'సోలార్ ప్రామినెన్స్' అని వ్యవహరించే మండలం వుంది. దానికి యింకా వెలుపల సోలార్ కరోనా అనబడే సూర్యకిరీటం ఉంది. వీటిలో ప్రామినెన్సెస్ మండలం ప్రకాశమానంగానే వుంటుంది. కాని కిరీటబాగం అంత ప్రకాశవంతంగా వుండదు. సంపూర్ణ సూర్యగ్రహణ కాలంలో ఈ రెండు మండలాలను మామూలు కంటితో చూడవచ్చు. సాచారణ సమయా లలో కూడా 'స్పెక్టోగ్రాఫీ హీలియోగ్రాఫ్' అనే ప్రత్యేకమైన పరికరాన్ని ఉపయో గించి ప్రామినెన్సెస్ కు త్వరిత కాలంలో చాయాచిత్రాలు తయారుజేశారు. ఎత్తైన పర్వతాల మీద నుండి సూర్యకిరీటం లేదా అధమం దాని అదోభాగాలనూ మామూలు రోజులలో కూడా చాయాచిత్రాలుగా తీశారు. ఈ విధంగా చాయా చిత్రాలను తీసే విధానాలను రూపొందించిన ఘనత 'ల్యో' అనే ఫ్రెంచి ఖగోళ విజ్ఞానిది.

సూర్యుని గురించి, సూర్యగోళం చుట్టూవున్న వాతావరణపు లక్షణాలను గురించి, జరిపే క్రమబద్ధమైన పరిశీలన అనేక విధాల ఆసక్తిజనకమైనది. సూర్య ప్రసారపు లీవ్రత ప్రభావం మన భూమి వాతావరణ స్థితిపై విశేష ప్రాబల్యం కలిగి వుంటుంది. ప్రతి పదకొండేళ్ళకూ ఒకసారి సూర్యబింబంలోని మచ్చలలో కలిగే మార్పులను అనుసరించి మన భూమి వాతావరణంలో అనేక మార్పులు కలుగుతూ ఉంటాయి అనడానికి కావలసినంత సాక్ష్యం వుంది.

మన భూమ్యుపరితలానికి మిక్కిలి ఎత్తుగా ఉన్న వాతావరణములోని పై పొరలపై కూడా సూర్యప్రసారానికి ప్రాబల్యం వుంది. అందువల్ల రేడియో తరంగాలు భూమ్యుపరితలపు వంపు చుట్టూ తిరిగి వెళ్ళేటట్టుగా ప్రసారం చేయ డానికి వీలవుతుంది. భూమిపై నివసిస్తున్న మనకు ఇందువల్ల ఈ ప్రయోజనం సమకూరడమే కాక, ఖగోళ శాస్త్రద్రిష్ట్యా కూడా ప్రత్యేక ప్రాధాన్యం లేక పోలేదు. ఆకాశంలోని ప్రతి నక్షత్రపు స్వరూప స్వభావాలను పూర్తిగా అవగా హన చేసుకోడానికి అవి మనకు తోడ్పడుతున్నాయి. విశ్వాంతరాళంలో బహు దూరాన ఉన్న మనకు నక్షత్రాలు సూచి మొనలంత కాంతి బిందువులుగా కనిపి

స్తాయి. ఈ పరిస్థితులలో మనం చేయగలిగింది నక్షత్రపు కాంతినంతనూ కలిపి ఏకంగా పరిశీలించడమే. ఇంక సూర్యుని విషయంలో మాత్రం అలా కాకుండా బింబంలోని ప్రతి సూక్ష్మభాగాయొక్క వర్ణచిత్రాన్ని తీసి పరిశీలించవచ్చు. అట్టి చిహ్నాల పరిశీలనలన గొప్ప ఫలితాలు చేకూరాయి. అద్భుత విశేషాలెన్నో తెలిశాయి, ఈ సందర్భంలో ఒక్క విషయం గురించి మాత్రమే ఇక్కడ చెప్పాలను. అదేమిటంటే భూమి అయస్కాంత క్షేత్రాలకంటే కొన్ని వేల రెట్లు శక్తిగల అయస్కాంత క్షేత్రాలు సూర్యుని మచ్చలలోపల ఉన్నాయని జాన్ ఇ. హేల్ కనిపెట్టాడు. వర్ణపట దర్శిని నుంచి చూచిన దానిని బట్టి ఈ అయస్కాంత క్షేత్రాలున్నాయనే సంగతి స్పష్టమైంది. సూర్యుని మచ్చల లోపల విశేష శక్తివంతములైన విద్యుత్ప్రవాహాలు కాని, వానితో సమానమైనవి కాని కొన్ని ఉన్నాయని భావించడంవల్లనే ఈ అయస్కాంత క్షేత్రాల ఉనికిని సమర్థించడానికి వీలవుతుంది.

సూర్యుని వద్దనుండి మనకుచేరే ప్రసారమంతటివల్లనూ సూర్యుని వర్ణచిత్రములో వివిధ భాగములలోని శక్తిని వివరముగా పరీక్షించడం వల్లనూ సూర్యోపరితలపు ఉష్ణోగ్రతను అంచనా కట్టవచ్చు. మిక్కిలి శక్తిమంతములైన విద్యుచ్ఛక్తి కొలుములలోకూడా లభించనంతటి వేడిమి, అనగా సుమారు 6000 సెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీల ఉష్ణోగ్రత సూర్యోపరితలానికి కలదని తేలింది నిజానికి ఈ వేడి ఎక్కువే అయినప్పటికీ ఖగోళ శాస్త్రదృష్ట్యా మిక్కిలి అసాధారణమైనదేమీ కాదు. ఇది సూర్యోపరితలపు వేడి మాత్రమే. సూర్యగోళము లోపలికి వెళ్ళినకొలది ఈ ఉష్ణోగ్రత విపరీతంగా పెరుగుతుందని నమ్మడానికి తగు కారణాలున్నాయి. అయితే సూర్యునిలోను, నక్షత్రములలోను ఉండే ఉష్ణోగ్రతను లెక్కకట్టడానికి ఖగోళ భౌతిక విజ్ఞానులు ఎలా ప్రయత్నించాలో వివరించడానికి ఇక్కడ సావకాశం చాలదు. పైగా నిగూఢమైన భౌతికశాస్త్ర విశేషాలను గురించి చాలా దూరం చెప్పవలసి వస్తుంది కూడాను. ఆ ఉష్ణోగ్రత అనేక లక్షల సెంటిగ్రేడ్ డిగ్రీల ప్రమాణంలో ఉంటుంది. ఇంతంత పెద్ద సంఖ్య ప్రమాణాలను గురించి ప్రస్తావించినప్పుడు చప్పున నమ్మడం కష్టం. అయితే నక్షత్రాల లోపలి భాగముల ఉష్ణోగ్రతను కనిపెట్టడానికి గాని, నిర్ణయించటానికి గాని ప్రత్యక్ష మార్గాలు లేనేలేవు. కాని ఋజువైన భౌతిక సూత్రాలమీదనూ, జాగ్రత్తగా జరిపిన

గణితశాస్త్ర పరిశోధనలమీదనూ, ఆధారపడి లెక్కకట్టి నిర్ణయించినవి కావడం చేత అవి నిజమనే నమ్మకం ఉంది.

సూర్యుని వర్ణచిత్రాన్ని, ఆకాశంలోని వివిధ నక్షత్రముల వర్ణ చిత్రములతో పోల్చి చూడడంవల్ల ప్రయోజనకరమైన ఫలితాలు లభిస్తున్నాయి. నిజానికి ఈ నక్షత్రముల వర్ణ చిత్రాలు ఒకదానికొకటి ఎంతమాత్రం పోలివుండవని ఇదివరకే చెప్పాను. ఇవి పది విధాలుగా వర్గీకరించబడి ఉన్నాయనీ, ఇవి పరస్పరం భిన్నంగా ఉంటాయనీకూడా తెలుసుకున్నాం. మన సూర్యుని వర్ణపటం కొన్ని వేల నల్లటి స్పాన్ హోపర్ రేఖలతో ఉండే పసుపుపచ్చని రంగుగల నక్షత్రముల వర్ణ చిత్రములను పోలి వుంటుంది. నీలిరంగు నక్షత్రాల వర్ణచిత్రాలు వీటి కంటే బహుశఃరంగా ఉంటాయి. ఈ నీలి నక్షత్రాలలో వాతావరణం ఉదజని, హీలియముల శోషణ రేఖలు వాని వర్ణచిత్రంలో స్పష్టంగా గోచరించడానికి తగినట్లుగా ఉంటుంది. గాని సూర్యుని వర్ణచిత్రంలో ఎక్కువ స్పృటంగా కనబడే బరువైన మూలద్రవ్యముల తాళాకు రేఖలు మాత్రం ఈ నక్షత్రాల వర్ణచిత్రాలలో అంతగా కనబడవు. నక్షత్ర వర్ణచిత్రములను వర్గీకరించడానికి ప్రాతిపదికలైన లక్షణాలు ప్రత్యేకమైనవి వీటినిబట్టి ఒకదాని తరువాత ఒకటిగా అనుసరించి వచ్చే సోపాన పరిపరవలె నక్షత్రముల పరిణామం నిర్ణీతక్రమంలో జరిగిందని మనం భావించవలసి ఉంది.

సూర్యుని నుంచి విపరీతంగా ఉష్ణప్రసారం జరుగుతూ వుంటుందని భారత దేశంలో నివసిస్తున్న మనకు ఎవ్వరూ ప్రత్యేకించి చెప్పనవసరం లేదు. నిజానికి జగత్తులో ఉండే అసంఖ్యాకములైన నక్షత్రములకంటే సూర్యునికోసం ఎంతమాత్రం పెద్దదీకాదు. ప్రకాశవంతమైనదీ కాదు. అయినప్పటికీ ఈ మహాశక్తి ప్రవాహం ఎక్కడినుంచి వస్తుందని మనం సహజంగా ఆశ్చర్యపడుతుంటాము. మనకు తెలిసినంతవరకు చరిత్ర ప్రారంభమునుంచి నేటివరకూ సూర్యుని నుండి ప్రసరించే ఉష్ణశక్తిలో గమనార్హమైన తేడాలు ఎన్నడూ సంభవించలేదు. నాటి నుంచి నేటివరకు సూర్యుని నుండి ప్రసరించిన శక్తి మొత్తాన్ని రమారమిగా సరిగా లెక్కకట్టవచ్చు. ఇందుకు కారణాలను పందొమ్మిదో శతాబ్దమునాటి భౌతిక శాస్త్ర సిద్ధాంతాల రీత్యా అన్వేషించ బూనుకున్నప్పుడు విరుద్ధ పర్యవసానాలను ఎదుర్కొని తప్పదు. సూర్యుని లోపల ఉన్న మూలద్రవ్యములలో జరిగే తత్వాంతరీకరణవల్ల అతి ప్రధానమైన రసాయనిక మార్పు లేర్పడుతున్నాయని,

అందువల్ల నే నూద్యునినుండి, నక్షత్రాలనుండి, అపారమైన శక్తి ఉప్పిల్లి ప్రసారమవుతున్నదని భావించబడుతున్నది. అయితే ఈ తత్వాంతరీకరణ ఎలా జరుగుతోంది? దీని లక్షణాలేమిటి? దీని స్వరూప స్వభావాల్లేమిటి? అనే విషయాలపై అనేక వాదోపవాదాలు బయలుదేరాయి. ఇవన్నీ కూడా ఇందాక చెప్పిన నక్షత్ర పరిణామ క్రమమునకు సమన్వయింప బడినవి. ఈ విషయమై యింతకు మించి ఏమి చెప్పినా వాదోపవాదాల రొంపిలో కూరుకుపోవలసి వస్తుంది.

మన భూమికి ఎంతో దూరాన శంఖాకృతిలో వుండే నక్షత్ర మేఘాలకూ, మనకూ వుండే దూరాలూ, వానిలో ఒకదానికి, ఇంకోదానికి మధ్య వుండే దూరాలూ క్రమంగా హెచ్చుతున్నట్టు కనబడుతుంది. సవీన ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞులు కనుగొన్న అద్భుత విశేషాలలో ఇది ఒకటి. ఈ శంఖాకృతిగల నక్షత్ర మేఘాలు అసంఖ్యాకంగా వున్నాయని శక్తిమంతమైన దూరదర్శిని యంత్రాలు వెల్లడి చేశాయి. ఛాయాచిత్ర ఫలకాలమీద వాటి ప్రతిబింబాలను సమోమ చేయగలిగిన మిక్కిలి శక్తిమంతమైన పరికరాలు వలసినంత సేపు వలసినంతగా, కవాటాలను తెరచి ఉంచగలిగిన యంత్రాలు నిర్మించబడ్డాయి. కొంచెం కష్టమే అయినా, వాని వర్ణచిత్రాలను యథాతథంగా సంగ్రహించగల యంత్రాలుకూడా నిర్మితమయ్యాయి. కాని మౌంట్ విల్సన్ లోని 100 అంగుళాల దూరదర్శిని యీ ఘనకార్యాన్ని సాధించగలిగింది. నక్షత్ర మేఘాలకువుండే స్వల్పవాంతి సాంద్రతనుబట్టి వాటి దూరాన్ని ఇంచుమించుగా అంచనా కట్టవచ్చు. నక్షత్ర మేఘాలను బాగుగా పరిశీలించి కట్టిన ఈ అంచనాలు సహజంగా సరిగానే ఉంటాయని సమ్మతమవుతుంది. నక్షత్ర మేఘాలకూ, మనకూ వుండే దూరం పెరిగిపోతే అవి అమిత వేగంతో మననుంచి దూరంగా తొలగిపోతూ ఉంటున్నాయని ఈ పరిశీలనవలన తేలింది. వర్ణచిత్రములో కానవచ్చే స్ఫుటమైన శోషణరేఖలు ఎరుపురంగువైపు జరగడాన్నిబట్టి మననుంచి దూరంగా పోయే నక్షత్ర మేఘాల వేగం సూచితమవుతూ ఉంటుంది. మనకు బాగా దగ్గరగా ఉన్న నక్షత్ర మేఘాల పేగాలు సెకనుకు కొన్ని వందల కిలోమీటర్ల వంతున ఉంటాయి. దూరానికి వెళ్ళినకొద్దీ ఈ వేగం సెకనుకు కొన్నివేల కిలోమీటర్ల వరకూ పెరుగుతుంది. అతి స్థూలంగా కనబడుతూ నక్షత్ర జగత్తుయొక్క అంచులలో వుండే నక్షత్ర మేఘాల వేగం మనం చప్పున నమ్మజాలసంతగా సెకనుకు పదివేల కిలోమీటర్ల వంతున ఉంటుంది.

ఇలా అద్భుతంగా కనబడే విషయాలను గురించి కార్యకారణ దర్శన చాలా ఉంది. సాపేక్షవాదపు మూల సూత్రాలకూ, వీటికీ ముడిపెట్టడానికి చాలా ప్రయత్నాలు జరిగాయి. వర్ణచిత్రాలలోని రేఖల యొక్క స్థాన చలనంవల్ల నక్షత్ర మేఘాలు మననుంచి పారిపోతున్నట్టు సూచించే వేగాలు వాస్తవమైనవనే భావాన్ని చాలా మంది విజ్ఞానులు ఆమోదించినట్లు కనబడుతుంది. అందుచేత నక్షత్ర జగత్తు యావత్తు మిక్కిలి వేగంగా విస్తరిస్తున్నదని కూడా చాలామంది మనస్ఫూర్తిగా నమ్ముతున్నారు. ఆయితే నక్షత్ర మేఘాల వర్ణచిత్రంలో ఎరుపు రంగుకేసి జరుగుతున్నట్టు కనబడే రేఖల చలనాన్ని మరియొక విధంగా సమర్థించడానికి కూడ కొంతమంది విజ్ఞానులు ప్రయత్నిస్తున్నారు. విపరీతమైన దూరాన్నుంచి రావడంలో పౌనఃపౌన్యాన్ని మార్చే కొత్త లక్షణమేదో కాంతికి ఉండడంవల్లనే ఈ రేఖా చలనం కలుగుతుందని వారి నమ్మకం. మిక్కిలి వివాదాస్పదమైన ఈ విషయాలను గురించి నా స్వంత అభిప్రాయం చెప్పకుండా వుండడమే మంచిది.

18. భవిష్యత్తులో భౌతిక విజ్ఞానం

యాభై శువత్సరాల క్రితం గతించిన ఒక గొప్ప భౌతిక శాస్త్రవేత్తను ఎవరినైనా ఒకరిని పునరుజ్జీవితుని చేసి నవీన భౌతిక విజ్ఞాన చర్చలలో పాల్గొన వలసిందిగా ఆహ్వానిస్తే అందులో మాట్లాడేవారంతా, అర్థం పర్థం లేని ప్రసంగాలు చేస్తున్నారని ఆయన తప్పక భావించగలడు. 'కేంద్రకములు' 'ఐసోటోపు'లు 'క్వాంటా' 'ఫోటాన్స్', 'ప్రోటాన్స్', 'న్యూట్రాన్స్', 'ఎలెక్ట్రాన్స్', 'పాజిట్రాన్స్' 'మీజాన్స్' మొదలైన కొత్తమాటలను ఇదివరకు ఎన్నడూ విననివాటిని ఎన్నింటినో అందులో పాల్గొంటున్న ప్రతివారూ వాడుతుండడం వింటాడు. ఈ మాటలకు అర్థం ఏమిటండీ అని ప్రక్కనున్న సభ్యులలో ఎవరినైనా అడిగితే జవాబుగా నిరుత్సాహం కలిగించేటట్టుగా చిన్ననవ్వు నవ్వుతారు లేదా మళ్ళీ బడికి వెళ్ళి నేర్చుకురావయ్యా, అని మందలించనైనా మందలిస్తారు. అయితే ప్రసక్తానుప్రసక్తంగా యథాలాపంగా ఆ కాలం వారికి సుపరిచితాలైన న్యూటన్ సిద్ధాంతాల ప్రస్తావన వచ్చినప్పుడు మాత్రం ఆయన మనస్సు కొంత కుదుట పడవచ్చు. అలాగే వెలుతురును గురించి మేక్స్వెల్ ప్రతిపాదించిన విద్యుదయస్కాంతవాదం గురించి అంతగా తరచుగా ప్రస్తావించక పోయినప్పటికీ త్రోసివేయబడలేదని తెలుసుకొన్నప్పుడు కూడా కొంచెం సంతోషించి ఉంటాడు. పరమాణు కేంద్రక, విదళనాన్ని గురించి, మీజాను విచ్చిన్నం కావడం గురించి, విశ్వకిరణముల జల్లులను గురించి, బరువైన ద్రవ్యకణాలను గురించి, బర్లేట్ నెక్లెట్రాను గురించి, రేడియో ధార్మిక శక్తులుగల ఐసోటోపులు గురించి తరచుగా ప్రసంగిస్తుండడం విని, సాంకేతిక పరిభాష తెలియక పోవడంవల్ల అదంతా రసహీనమైన గందరగోళపు చర్చగా భావించుకుంటాడు.

గడచిన పదేండ్లలోను కలిగిన బ్రహ్మాండమైన మార్పుల స్వభావాన్ని సచ్చదెప్పడానికే నవీన భౌతిక శాస్త్రానికి సంబంధించిన ఈ సమగ్ర ప్రస్తావన

అంతాను. ఈ నవ్య భౌతికవిజ్ఞానంలో చాలాభాగం ప్రయోగమూలంగా లభించిన నూతన విజ్ఞానం మీదను, నూతన సిద్ధాంతాల మీదను ఆధారపడి వుంది. నిజానికి పందొమ్మిదో శతాబ్దంలోని భౌతికశాస్త్రం అంతరించిపోలేదుకాని, నవ్యభౌతిక విజ్ఞానములు విశ్వరచనా రహస్యాలను తెలుసుకోవడానికి సాగిస్తున్న తర్జన భర్జన ఫలితంగా ఆవిర్భవించిన నవ్య భౌతిక విజ్ఞాన సౌధపు క్రీసీడలో కనబడకుండా పోయింది. అంతే. ఈ భిన్న దృక్పథాల మధ్య జరిగే సంఘర్షణలే భౌతిక శాస్త్రంలోనూ, జీవశాస్త్రంలోనూ నూతన ప్రతిపాదికలుగా రూపొందాయి. వీటన్నింటిని సమన్వయించి వీలైనంత సమగ్రమూ, సంక్షిప్తమూ అయిన సూత్రములుగా విలంబించి భవిష్యత్తులో ఆయా తత్వముల ప్రవర్తనను సూచించగలగడమే గణిత భౌతిక విజ్ఞాని పని. ఇంక ఏదీన్న పరిస్థితులలో ఆయా తత్వముల ప్రవర్తనను పరిశీలించి గణితవేత్త సూచించిన సూత్రములను ఋజువు చేయడం కొత్త కొత్త సూత్రములను చెతనైతే కనిపెట్టడం ప్రయోగ కుశలురైన భౌతిక శాస్త్రజ్ఞుల పని. ఇప్పుడీ నవ్య భౌతిక విజ్ఞానం ప్రతిభాశాలురైన పండితులు నైతం సంపూర్ణంగా అర్థంచేసుకోడానికి వ్యవధి చాలనంత విశేష వేగంతో విపరీతంగా అభివృద్ధి చెందుతోంది. ఈ అభివృద్ధిని వారు బహు కష్టమీద స్థూలంగామాత్రమే తెలుసుకో గలుగుతున్నారు. ఏదో ఒకనాడు ఇంతకంటే చక్కగా దీనినంతా తెలుసుకోగలిగేటంత వరకూ జీవించగలమని అశిస్తున్నారు.

ఈ పరిస్థితులలో ముందు రాబోయే విషయాలను గురించి చెప్పండి అని ఆహ్వానించబడడం చాలా బాధాకరమైన గౌరవం. అయితే భౌతిక విజ్ఞానం కేవలం అనుభవం మీదనే ఆధారపడిన శాస్త్రం కాదుగనుక అంత మరీ అన్యాయం కాదు. ప్రకృతి పోకడలను తేటకరచడానికై క్రమపద్ధతిని సహేతుకమైన ధోరణిలో వినియోగమువహిస్తున్న గణిత సిద్ధాంత సముదాయమే భౌతిక విజ్ఞానమని నిర్వచింపవచ్చు. అందుచేత ప్రయోగ మూలకంగా ప్రత్యక్షంగా చూడకముందే గణిత శాస్త్ర పంథాల్లో హేతువాదం ఉపయోగించి ప్రకృతిలోని పోకడలను గురించి ముందుగానే జోస్యం చెప్పడానికి వీలైనట్టిది ఈ శాస్త్రం. ప్రయోగశాలలో నిరూపించడానికి పూర్వమే ఇందలి ప్రధాన సూత్రాలన్నిటినీ భౌతిక - గణిత శాస్త్ర హేతువాదములతో ముందుగానే కనిపెట్టగలగడం నవ్యభౌతిక విజ్ఞానపు ప్రధాన లక్ష్యాలలో ఒకటి. ఇందుకు మంచి ఉదాహరణ : ఎలెక్ట్రానూ, మీజానూ తరంగాల వలె ప్రవర్తిస్తాయని, డి. బ్రాగ్లే చెప్పిన జోస్యం, ఆ తరువాత కొంత కాలానికి

ప్రయోగ, మూలకంగా నిస్సందేహంగా ఋజువు కావడం. ఇందుకు మరొక మంచి ఉదాహరణ : సుమారు ప్రోటాను కున్నంత బరువు కలిగి, ప్రోటాను కుండే విద్యుదావేశముకంటే కొన్నిరెట్లు విద్యుదావేశముగల వివిధములైన నూతన ద్రవ్యాణువులు ఉంటాయని డాక్టర్ హెచ్. జె. థాథా ప్రకటించిన సంగతి. (ఇటీవల ఇండియన్ ఆకాడమీ ఆఫ్ సైన్సు ప్రచురించిన వైజ్ఞానిక వ్యాస పరంపరలో ఆయన సూచించిన సంగతులు త్వరలోనే ప్రయోగమూలకంగా ఋజువు కాగలవని నేను విశ్వసిస్తున్నాను.)

ప్రవ్యర్తనా రహస్యాన్ని పూర్తిగా అవగాహన చేసుకొనే తలంపుతో నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం త్వరితగతిని పురోగమిస్తున్నది. అమిత వేగంతో పయనించే పరమాణువులతో మనకు తెలిసిన మూలద్రవ్యాలను ముట్టడించి, నూతన రసాయన పరమాణు జాతులను రూపొందించడం ద్వారా ఇటీవల కొన్ని సంవత్సరములలో విశేషమైన అభివృద్ధి పొడచూపింది. ఈ అభివృద్ధి పరంపరకు కొరణభూతమైనది కాలిఫోర్నియాలోని బెర్క్లే విశ్వవిద్యాలయంలో ఆచార్యపీఠం అధిష్టించిన డి. ఓ. లారెన్స్ నిర్మించిన సైక్లోట్రాన్ యంత్రం. దీనిలో ప్రొఫెసర్ లారెన్స్ ఆయన సహచరులు సాధించిన ఫలితాలు చూసి ప్రపంచంలోని ప్రముఖ ప్రయోగ శాలల్లో చాలా వాటిలో సైక్లోట్రాన్ యంత్రాలు ప్రతిష్ఠించబడ్డాయి. ప్రస్తుతానికి కేంబ్రిడ్జిలోని కేవేండిష్ ప్రయోగశాలలో ప్రతిష్ఠించబడిన ఒక సైక్లోట్రాన్ యంత్రం సాయంతో డాక్టర్ ఆర్. యన్. కృష్ణన్ అనే భారతీయ విజ్ఞాని అనేక సత్ఫలితాలను సాధించ గలిగాడు. ఇతోధికంగా శక్తివంతమైన కొత్త రకం సైక్లోట్రాన్ యంత్రాన్ని నిర్మించడానికై రాక్ ఫెల్లర్ ధర్మనిధి వారు ప్రొఫెసర్ లారెన్స్ కి పదిలక్షల డాలర్లు విరాళం ఇచ్చినట్లు విన్నాం. ఈ నూతన యంత్రం తోబాటుతో ఇంతవరకు చురవగాహంగా ఉన్న పరమాణు రచనా రహస్యం అచిర కాలంలోనే తేటతెల్లం కాగలవని ఆశించవచ్చు. గతచిన రెండు దశాబ్దాలలోనూ పరమాణువు ఉపరితలానికి చెందిన విద్యుత్సంబంధమైన నిర్మాణ రహస్యాలను భౌతిక శాస్త్రం విడమరచి చూపించింది. అలాగే రానున్న పది సంవత్సరాలలోనూ పరమాణువు రసాయనిక చిహ్నమును నిర్ణయించే కేంద్రకము అంతరాంతరాలలో దాగి ఉన్న రహస్యాలను పైకితీసి నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం మనకు అందించగల వనదానికి ఎట్టి సందేహం అక్కరలేదు.

పరమాణు కేంద్రకముల గురించి ఈనాడు మనకు తెలిసిన దానినిబట్టి విశ్వరచనా రహస్యాలు చాలవరకు అవగాహన మవుతున్నాయి. ఆకాశంలో మిణుకు మిణుకు మనే అసంఖ్యాక తారకలనే బ్రహ్మాండమైన కొలుములలో నిరంతరం మూలద్రవ్యాల తత్వాంతరీకరణ జరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ తత్వాంతరీకరణం వల్లనే నక్షత్రముల శక్తి అపారంగా వెలువడుతున్నదని ఇదివరకే గుర్తించబడింది. అందుచేత ద్రవ్యరచనా రహస్యాన్ని గురించి మనకు కొత్త సంగతులు తెలిసే కొలది నక్షత్ర జగత్తుయొక్క భూతభవిష్యద్వర్తమానాల గురించి కూడా పూర్తిగా తెలుసుకోగలమని విశ్వసించవచ్చు.

వచ్చే పది సంవత్సరాలలోను నవ్యభౌతిక విజ్ఞాన విధానాలు, సిద్ధాంతాల ప్రాచీన రసాయన, జీవశాస్త్రముల మీద విశేషంగా కనబడగలదని నిర్భయంగా జోష్యం చెప్పవచ్చు. నిజానికి పందొమ్మిదో శతాబ్దమునాటి భౌతికశాస్త్రం రసాయన ప్రక్రియలకు తగినంత ఉపపత్తిని చెప్పగలిగేటంత శక్తి వంతమైనది కాదు. ఈ లోటును నవ్యభౌతిక విజ్ఞానం తీర్చింది. అందుకనే కనీసం సిద్ధాంత సంబంధంగానైనా నేటి రసాయనశాస్త్రం గణిత భౌతిక విజ్ఞాన శాస్త్రంలో ఒక అంతర్భాగంగా నెమ్మది నెమ్మదిగా పరిణతి చెందుతున్నది. కేవలం నిత్యజీవిత వ్యవహారాలకు పనికి వచ్చేదిగా ప్రసిద్ధిచెందిన రసాయనశాస్త్రం, నిజమైన శాస్త్ర జ్ఞాన శాఖగా రూపొందడం వల్ల మనకు తప్పకుండా మేలు చేకూరగలదు. అలాగే భౌతిక రసాయన శాస్త్రాలకూ తన ప్రత్యేక వ్యాసంగానికి, సన్నిహిత సంబంధం కలదన్న సంగతిని జీవ శాస్త్రజ్ఞుడు గుర్తిస్తూనే ఉన్నాడు.

పైగా, భౌతిక, రసాయన శాస్త్ర విధానాలనూ, పరికరాలనూ జీవశాస్త్రజ్ఞులు తరచుగా ఉపయోగించుకుంటూనే ఉన్నారు. జీవశాస్త్రం సైతం ద్రవ్యలక్షణాలను వివరించే ప్రధాన శాస్త్రాలకు దగ్గరదగ్గరగా వస్తూందని చెప్పడానికి స్పష్టమైన సూచన ఉన్నాయి. రాబోయే పదేండ్లలోనూ జీవ రహస్యమును పూర్తిగా తెలుసుకోగలమని ఆశించలేకపోయినా దానికి గల భౌతిక రసాయనిక ప్రాతిపదికలను గురించి అయినా ఇతోధికంగా తెలుసుకోగలమని ఆశించవచ్చు.

19. శాస్త్ర దృష్టి

శాస్త్ర మూలములైన విషయాలనూ, సూత్రాలనూ కనిపెట్టిన ప్రముఖుల పేర్లను ఆయా శాస్త్ర శాఖలతో చేర్చి చెప్పడం పరిపాటి. ఇది నిజానికి చాలా మంచి అలవాటే. ఇందువల్ల శాస్త్ర పరిభాషను క్లుప్తపరచి స్పష్టంగా అర్థవంతంగా ఉండేట్లు రూపొందించడానికి వీలవుతుంది. పైగా ఏదైనా ఒక వైజ్ఞానిక సత్యాన్ని శ్రమపడి కనుగొన్న ప్రముఖ శాస్త్రజ్ఞుల నామధేయాన్ని జ్ఞాపకముంచుకోడానికికూడా ఈ అలవాటు పనికి వస్తుంది. అంతేకాదు. ఆయా శాస్త్ర శాఖలను అభ్యసించే విద్యార్థికి అందలి నాయకుల పేర్లతో ముందుగానే పరిచయమవుతుంది. శాస్త్రోభ్యాసంలో ఈ రీతిగా లభించే మేధావుల పరిచయం అమూల్యమైంది. ఇందువల్ల నవనవోన్మేషమైన ఉత్సాహ ప్రభుత్వాల ఫలితంగా నిరంతరం, నిరంతరాయంగా విజ్ఞానాభివృద్ధి జరుగుతుందనే విషయం కూడా బాగా తెలుస్తుంది.

శాస్త్రములోని ప్రత్యేక శాఖల చరిత్రనూ, వాని అభివృద్ధికి తోడ్పడిన మేధావుల జీవిత చరిత్రలనూ అభ్యసించడం, విజ్ఞానం లక్ష్య లక్షణాలను సరిగా పూర్తిగా గ్రహించడానికి చాలా అవసరం. మామూలుగా సంప్రదాయానుసారం వ్రాసిన పాండిత్య ప్రకర్ష గలిగిన శాస్త్రీయ గ్రంథాలను వ్యాసాలను పఠించడం కంటే, ఇవి చదవడం మూలాన ఎంతో ప్రోత్సాహం లభిస్తుంది. విజ్ఞాన వికాసపు చరిత్ర, వైజ్ఞానికుల జీవిత చరిత్రలూ, శాస్త్రోపాధ్యాయునికి అమూల్య భండాలు. తన తరగతిలో విద్యార్థులకు విషయంపై ఏ మాత్రం కొంచెంగానైనా శ్రద్ధ తగ్గుతున్నట్లు తోచినప్పుడల్లా, చెప్పే విషయానికి సంబంధించిన ఒక గొప్ప సంగతిని గురించిన గాథను చెప్పడంవల్లగాని, లేక ఆ శాస్త్ర శాఖలో అమోఘ కృషి సాగించి కృతకృత్యుడైన ప్రఖ్యాత పరిశోధకుని గురించిన ఒక ముచ్చటను జ్ఞాపకం చేయడంవల్లగాని ఉపాధ్యాయుడు వారిని తప్పక ఉత్సాహ

పరచి, వారి మనస్సు మళ్ళీ విషయం పై లగ్నం అయ్యేటట్లు చేయగలడు. ఈ ప్రకారం చెప్పడంవల్ల విజ్ఞానం ఎలా వికసించిందో, సహేతుకమైన నిశితదృష్టి విజ్ఞానాభివృద్ధికి యెలా ప్రధానమో విద్యార్థికి తెలిసేటట్లు అధ్యాపకుడు వివరించ గలుగుతాడు.

వైజ్ఞానిక విశేషాలను కనిపెట్టడమంటే ఏమిటి ? అది యెలా సాధ్యం ? అనే ప్రశ్నలు శాశ్వతమైనవి. తరచుగా అనేకమంది అడుగుతూ ఉంటారు కూడా. కాని వీటికి అనేకమంది అనేక విధాల జవాబులిచ్చారు. సాధారణంగా వైజ్ఞానికులు కనిపెట్టేది ఒక కొత్త విషయమో, లేదా భావమో అయి ఉంటుంది. అయితే, సహేతుకంగా వివరించబడని కొత్త విషయం ఏదీ కూడా విజ్ఞానాభివృద్ధికి ఏ విధంగానూ ప్రయోజనకారి కాదు. అలాగే స్రత్యక్ష సాక్ష్యాధారాలలో రుజువు కానట్టి కొర్ర భావంకూడా నిరుపయోగమైందే. అందుచేత కొత్తగా కనిపెట్టిన విషయం ఏదై సప్పటికీ విజ్ఞాన వికాసానికి దోహదకారి కావాలంటే దానికి సిద్ధాంత బలమూ, ప్రయోగబలమూ కూడా ఉండాలి. పైగా యీ రెండింటిలో ఏది ముఖ్యం అంటే అది ఆయా ప్రత్యేక పరిస్థితులమీద విశేషంగా ఆధారపడి ఉంటుంది. అప్పుడే వాటినిబట్టి యిది ప్రయోగ ప్రధానమైనదని, ఇది సిద్ధాంత ప్రధానమైనదని నిర్ణయించవచ్చు. ఇండుకొక ఉదాహరణ చెబుతాను : రాన్ షన్ ఎక్స్-కిరణాలను కనిపెట్టడం స్పష్టంగా ప్రయోగ మూలమైనది. ఇంక ప్లాంక్ కనిపెట్టి, నిర్వచించిన 'క్వాంటమ్ ఆఫ్ యాక్షన్' ఎక్స్-కిరణాలంత ముఖ్యమైనదే ఐనా, సిద్ధాంత ప్రధానమైనది. ఆయా విషయాలను వైజ్ఞానికులు కనుగొన్న విధానం, అందుకు వారికి కావలసిన మానసిక ప్రవృత్తి, యీ రెండు సందర్భాలలోనూ పరస్పరం భిన్నంగా ఉన్నాయి. ప్రయోగ కుశలురైన వారికి, సిద్ధాంత నిపుణులకూ మానసిక ప్రవృత్తిలో ఉండే తేడాలు గణిత విజ్ఞానంలో దాగా కనబడ్డాయి. కేవలం ఆనుభవంమీదనే ఆధారపడినట్టి విజ్ఞాన శాస్త్రములలోను, స్రత్యక్షంగా గోచరించే విషయాలనూ, వాటికి సంబంధించిన ఆలోచనలనూ అంత సులభంగా విడదీయ వీలుకాని సందర్భాలలోను ఈ తేడాలు చాలా తక్కువగా వ్యక్తమవు తుంటాయి.

'ఆవిష్కరణ' ('డిస్కవరీ') అనే పదంలో ఏదో నాటకీయమైన సంఘటన, భావోద్దేకం సూచితమవుతూ ఉంటాయి. పొలం దున్నుతూంటే యాభై కేరట్ల ప్లాం దొరికితే కలిగే ఉద్వేగమూ, ఉద్రేకమూ వంటి అనుభూతి ఇది.

విజ్ఞాన వికాసపు చరిత్ర అంతా ఇలాంటి నాటకీయమైన అవిష్కరణలతో నిండి వుంటుంది. అందులో అడుగుడుగునా ఆయా విషయాలను కనుగొన్న విజ్ఞానుల స్రవరసంలో తక్షణమే కానవచ్చే ఉత్సాహోద్వేగాలు వ్యక్తమౌతుంటాయి. వెజ్జానికుల జీవితంలో ఒకటి రెండు సన్నివేశాలను గురించి నేను చెప్పగలను. ఇందులో ఒకటి ఆర్కిమిడిస్‌కు సంబంధించినది. ఆయన జటిలమైన వెజ్జానిక సమస్యలను ఒకదానిని గురించి తీవ్రంగా ఆలోచిస్తూ స్నానం చేస్తున్నాడు. ఆ సమయంలో తాను ఆలోచిస్తున్న సమస్యకు సమాధానం మనస్సులో తలుక్కు మనగానే, స్నానం చేస్తూ చేస్తూనే “తెలిసింది, తెలిసింది” (యురేకా, యురేకా) అనుకుంటూ ఆనంద తన్మయత్వంతో ఒంటిమీద బట్టకూడా లేకుండా వీధిలోకి పరుగెత్తుకువచ్చాడని వెజ్జానికులు పరంపరగా చెప్పుకుంటూ ఉంటారు. అప్పుడానాడు ఆయన నిర్వచించిన సూత్రం విజ్ఞానశాఖలో అతి ప్రధానమైన ‘హైడ్రోస్టాటిక్స్’ నేటికీ ఆయన పేరుమీదుగా వ్యాప్తిలో ఉంది. అప్పుడు తాను కనుగొన్న ఈ నూతన సత్యం అత్యంత ప్రధానమైనది అనే పరిజ్ఞానం వల్ల కలిగే తీవ్రమైన బాహోద్రేకమే ఈ కథకు ఇతివృత్తం. అట్టి సమయంలో కలిగే ఆనందం అనిర్వచనీయం, అనుభవైకవేద్యం మాత్రమే విజ్ఞాన వికాసానికి, వెజ్జానిక పరిశోధకులకు తమ జీవితాలను అంకితం చేసిన వారందరికీ కూడా ఇలాంటి నాటకీయతతో నిండివుండే అమూల్య శ్లఙ్ఘలు ఒకటి రెండు సార్లయినా తటస్థిస్తాయి. కేవలం జ్ఞాన సంపాదనకొరకే జీవితకాలమంతా గడిపినందువల్ల లభించగల మహత్తర బహుమానం ఈ శ్లఙ్ఘలే. అయితే ప్రతిసారి ప్రతివారూ గొప్ప గొప్ప విషయాలనే కనుగొనలేకపోవచ్చు. ఏమైనా తాను సైతం అంత ముఖ్యమైనవి కాకపోయినా, కొత్త విషయాలను కనుగొనగలిగానన్న సంతృప్తి విజ్ఞానులకు అమితమైన ప్రోత్సాహాన్ని కలిగిస్తూ ఉంటుంది. కాని అటువంటి చిన్న చిన్న అవిష్కరణలు అంతదాత్యను కదలించే టంతటి నాటకీయత కలదికావు.

వెజ్జానికులు ఎంతెంత గొప్ప విషయాలను కనుగొన్నా, బాహ్యప్రపంచం అదిలో ఆసంగతి గుర్తించలేదు. వానిని కనుగొన్న విజ్ఞానికి బ్రహ్మాంధం పట్టనూలేదు. పెగా దాని ప్రాధాన్యాన్ని అనేక విధాల తగ్గించడానికి ప్రయత్నించే అనాలోచనాపరులూ, అసూయాపరులదే మొదట్లో పెచ్చేయిగా ఉండడం పరిపాటి. ప్రతి అవిష్కరణా కేవలం అనుకోకుండా యోద్యచ్ఛిక్తంగానో, లేక అదృష్టవశంగానో కనుగొన్నదేనని దుష్ప్రచారం చేయడం కూడా సర్వసాధారణ మైపోయింది. వైవిధ్యంగా కొట్టుకువచ్చిన దన్నట్లుగా మాట్లాడుతారు. అలాంటి

వ్యాఖ్యానాలు నిజంగా శోచనీయమైనవీ. అర్థరహితమైనవిన్నీ, వైజ్ఞానికులు కనుగొన్నవన్నీ హఠాత్సంభవ మనే ఊహ సరియైనదే అయితే, అవి ఏవో కొన్ని ప్రత్యేక లక్షణాలు కల ప్రతిభావంతులకు తప్ప, సామాన్యులకు ఎందుకు సాధ్యం కావడంలేదు ? అని చా ప్రశ్న. కనుక వైజ్ఞానిక ఆవిష్కరణలన్నీ యాదృచ్ఛికాలనడం, లేదా అదృష్ట విశేషాలనడం సరికాదు, భావ్యంకాదు. తాను తప్పక కనుగొనగలననే ఆత్మవిశ్వాసంతో, ఆశతో, ఆసక్తితో, తనకు నచ్చిన విషయాన్ని ఎన్నుకొని ఉత్సాహంగా పనిచేస్తూ, జ్ఞానదృష్టితో సత్యాన్ని అన్వేషించే వారే, నూతన విశేషాలను ఆవిష్కరించగలుగుతారు. వైజ్ఞానిక సత్యాల ఆవిష్కరణలో దాని నిజ స్వరూపాన్ని పరిశీలకులు చక్కగా గుర్తించ గలగడమే అతి ముఖ్యమైన అంశమని, ఇవి కేవలం యాదృచ్ఛికములని వాదించేవారు మరిచిపోతుంటారు. ఎందుకంటే తగినంత సామర్థ్యం, జ్ఞానం లేనివాడు వైజ్ఞానిక సత్యాలను కనుగొనడం ఏనాటికీ, ఎవ్వరికీ సాధ్యంకాదు సాహసరణంగా శాస్త్ర సంబంధములైన ఏ ఆవిష్కరణములైనా జాగ్రత్తగా ఆలోచించి నిర్ణయించుకొన్న ప్రణాళికానుసారంగా పట్టుదలతో కొనసాగించిన కృషి ఫలితములే గాని ఇతరములు కావు. కొన్ని మాసములపాటు, లేదా కొన్ని సంవత్సరాలపాటు నిర్ణీత రంగంలో క్రమపద్ధతిని కొనసాగించిన ఆలోచనకూ, పరిశోధనకూ ప్రతిఫలముగానే ఈ ఫలితాలు అనలు రావడమంటూ ఉంటే-వస్తాయి.

వస్తుతః అతి ప్రధానమైన ప్రయోగములు, పరిశీలన ఫలితముగా అభించిన కొత్త కొత్త విషయాల ప్రాముఖ్యాన్ని గుర్తించడానికే ప్రపంచానికి ఒక్కొక్కప్పుడు చాలాకాలం పట్టుతున్నప్పుడు, అనుమాన ప్రమాదంతో సాధించిన కొత్త సిద్ధాంతాలను ఎవ్వరూ ఒకపట్టున మెట్టనే ఆమోదించరు. అట్టివి అనాదరణీయములనీ, సందేహాస్పదములనీ భావించడం పరిపాటి. ఇట్టి పరిస్థితులలో ఈ కొత్త అభిప్రాయాలను, సిద్ధాంతాలను ప్రతిపాదించేవారు, వాటిని పదిమందిదేత ఆమోదింపదేయడానికి ముందు కొన్నేళ్ళపాటు పట్టు విడవకుండా వాదించడం, ప్రయోగమూలకంగా తిరుగులేని ఉపపత్తిని చూపించడం చాలా అవసరం. ఈ సందర్భంలో ఎకీనియస్ సంగతిని ప్రస్తావించడం ఎంతో సముచితం. ఆయన డాక్టరేట్ పట్టాని పొందకోరి స్టాక్ హోమ్ విశ్వవిద్యాలయానికి ద్రావణాలపై ఒక వైజ్ఞానిక వ్యాసాన్ని రచించి సమర్పించాడు. ఈ సందర్భంలో తాను ప్రతిపాదించిన విమూర్త సిద్ధాంతాన్ని అన్నింటికీ ప్రయోగమూలకమూ, సోదాహరణ పూర్వకమూ అయిన ఉపపత్తు లెన్నింటినో పేర్కొన్నాడు. ఎంతో కష్ట

పడి, ఎన్నో ప్రయోగాలు చేసి, ఎంతో కాలం పరిశీలించి ప్రతిభా పూర్వకంగా రచించి సమర్పించిన విప్లవాత్మకమైన వ్యాసానికిగాను అతనికి లభించిన బహుమానం నాలుగో తరగతి డిగ్రీ మాత్రం. అందువల్ల విద్యాసంస్థలలో అధ్యాపక వృత్తిని స్వీకరించే యోగ్యత అతనికి లేకుండా పోయింది అయితేనేమి ఎరీనియన్ మహాశయుడు యీ ఆశాభంగానికి తట్టుకొని, చివరకు నోబుల్ బహుమానాన్ని పొంది మిక్కిలి గొప్ప శాస్త్రవేత్త యని సర్వత్రా సత్కరించబడ్డాడు. ఇదే కాదు. ప్రతిభావంతులైన యువకులను నిరుత్సాహపరచి, వారిని ఎంత మాత్రం పైకి రాకుండా చేసిన విచారకరమైన సంఘటనలు చూడాలి ఎన్నో ఉన్నాయి.

విజ్ఞాన వికాస చరిత్రలో అతి ప్రచులమైన విషయం ఏమిటంటే సుహృత్తర వైజ్ఞానిక సత్యాలను కనుగొన్న ప్రతిభాశాలురలో చాలామంది యువకులే అయిఉండడం. ఇందుకు అనేక ఉదాహరణలు చూపవచ్చు. ఏదైనా ఒక విజ్ఞానశాస్త్ర విభాగాన్ని గురించి గ్రంథ రచనకు పూనుకొని యువకులు కనిపెట్టిన విషయము లన్నింటినీ విడిచిపెట్టబూనితే గ్రంథస్థం చేయడానికి మిగిలేదేమీ ఉండదు. అసలు సంగతేమిటంటే వైజ్ఞానిక పరిశోధనలు జయప్రదం కావడానికి ముఖ్యంగా కావలసినది యువకులకు స్వభావసిద్ధంగా ఉండే నూతన దృక్పథమే కాని, వయస్సుచేత, అనుభవంచేత పక్వమైన విజ్ఞానమూ, అనుభవమూ కాదు అని. పైగా వయస్సుతో పాటుగా పెరిగే సంప్రదాయ వ్యామోహం వైజ్ఞానిక పురోగమనానికి అనేక విచాల అడ్డం వస్తుందని దీనినిబట్టి వెల్లడవుతుంది. యువకుల మనస్సులలో గొప్పగొప్ప భావాలు సులభంగా కలుగుతాయి. అయితే ఆ నూతన భావాలను సరిగానూ, పూర్తిగానూ ఉపయోగంలోకి తీసుకరావడానికి చాలాకాలం అవసరమవుతుంది. కనుక వయస్సు, అనుభవం వైజ్ఞానిక కృషిలో కేవలం పనికిరానివి కావు. యువకుల మనస్సులలో విశృంఖలంగా పరుగులెత్తే భావములను నిరోధించడానికై వయస్సు వలన కలిగే అనుభవం పూర్వాచార పరాయణత్వం కొంతవరకు ఉపయోగపడవచ్చు. ఇష్టమైతే పెద్దలు సైతం పిన్నలకుండే ఉత్సాహాన్ని, నవనవోన్మేషమైన దృక్పథాన్ని వయస్సుతోపాటు పెంపొందించుకోవచ్చు. అందుచేత వయస్సుతోపాటు తమరో కలిగే పూర్వాచార పరాయణత్వం పిన్నల ప్రతిభను అణచివేయకుండా ఉండగలిగినంత వరకూ, పెద్దలు మార్గదర్శకులై పిన్నవారిని ఉత్సాహపరుస్తూ, కొత్తకొత్త పరిశీలనలూ, పరి

శోధనలకు ప్రోత్సహిస్తూ ఉండవచ్చు. ఆ ప్రకారం పిన్నవారిలో ప్రతిభావంతులను కనిపెట్టి, వారి శక్తియుక్తులు స్వేచ్ఛగా వ్యక్తపరచుకోవడానికి, వృత్తి పొందించుకోవడానికి ఎక్కువ అవకాశములను కలిగించడం శాస్త్రజ్ఞులలోని పెద్ద తరము వారికి అవశ్యానుసరణీయమైన ముఖ్య కర్తవ్యం.

విజ్ఞాన వికాసానికై తమ యావచ్ఛక్తియుక్తులనూ వినియోగించి అపారహం అందుకోసమే పాటుపడుతుండే వారిని ప్రేరేపిస్తూ ఉండే దృక్పథాన్ని గురించి ఇంతవరకూ నే నేమీ ప్రస్తావించలేదు. ఇంతకూ ఏదో ఒక ఆవర్కం కోసం తమ్ము తాము అంకితం చేసుకొనేటట్టు మానవులను ప్రేరేపించే దేమిటి? అనే ప్రశ్నలో ఇది. అంతర్భాగం. నూత్న విచూత్న సృష్టిచేయాలనే తపన విజ్ఞాన వ్యాసంగానికి ప్రధానమైన ప్రేరణ అని అందరూ ఒప్పుకుంటారును కుంటాను. చిత్రకారుడు, శిల్పి, వాస్తు శాస్త్రజ్ఞుడు, కవి ఒక్కొక్కరు ఒక్కొక్క విధంగా ప్రకృతినుంచి ప్రేరణపొంది అందువల్ల కలిగిన భావావేశాన్ని రంగుతోనో, చలువరాతిలోనో, లేదా నల్లరాతిలోనో, లేదా ఏర్పికూర్చిన మేలిముత్యా హారమువంటి లలిత మోహన సుందర వృత్తములలోనో వ్యక్తీకరించడానికే ప్రయత్నిస్తారు. విజ్ఞానులు సైతం ప్రకృతి నారాధించే విద్యార్థులే. కనుక ప్రకృతి నుంచే ప్రేరణ పొందుతారు. ప్రకృతిని గురించి తమ మనస్సులలోఎన్నెన్నోనుంచ భావ చిత్రాలను నిర్మించుకుంటాడు. అనంతమూ, అవ్యక్తమూ, నిగూఢమూ, క్లిష్టమూ అయిన ప్రకృతి పోకడలను అవగాహన చేసుకొని సులభ సూత్రాలన రూపొందించడానికి ప్రయత్నిస్తాడు. ఇందుకోసమని ఇతర కళాకారులవలె వైజ్ఞానికుడు సైతం కఠినమైన ఆత్మసంయమంతో తర్కబద్ధంగా తన కృషి కొనసాగించుతాడు. వైజ్ఞానికులు మనకు అందించే ప్రకృతి చిత్రం నియమబద్ధమై పూర్వాపర సమన్వయంతో కూడి ఉంటుంది. నిజానికి అన్ని సౌందర్యములకంటే భావ సౌందర్యమే మిక్కిలి శ్రేష్టమైనది. అనగా మనకు గల రసగ్రహణ శక్తి బుద్ధిని, చక్కగా మేళవించి ప్రకృతి పోకడలను వివరించేదే విజ్ఞానమంటే. కనుక సమస్త కళాసృష్టికి మకుటాయమానమైనది విజ్ఞానం.

113

వైజ్ఞానికుడు ప్రకృతియొక్క విద్యార్థి అయి ప్రకృతి నుండి స్ఫురణను పొందగలడు. గంభీరమైన ఆలోచనాశక్తిని సాధనగా చేసుకొని దాని తాలూకు చిత్రాలను అతడు తన మస్తిష్కంలో చిత్రిస్తాడు, లేదా సృష్టిస్తాడు. ఈ క్రియలో వైజ్ఞానికుడూ ఇతర కళాసాధకుల వలెనే, తానుగా ఏర్పరచుకొన్న తర్కం అనే నియమాల్తో తనను బంధించుకుంటాడు. సహజ ప్రకృతికి ప్రతికృతులను గావించే ఈ కృషిలో మానవుని సౌందర్యాత్మక, బౌద్ధిక భావనల ఏకీకరణమే విజ్ఞానం. అందుకే విజ్ఞానం అత్యుత్తమమైన సృజనాత్మక కళారూపం" అని సి. వి. రామన్ అన్నారు.

వది సంవత్సరాలకు పూర్వం ఆలిండియా రేడియో మద్రాసు కేంద్రం నుండి ప్రసారితమైన ఒక జగత్ప్రసిద్ధ భౌతిక శాస్త్రవేత్త, నోబుల్ బహుమతి విజేత యొక్క విభిన్న విజ్ఞానశాస్త్ర అంశాలకు సంబంధించిన ఈ వ్యాసాలు, కల్పనా సరళి అత్యుత్తమమైన ఉదాహరణలు. ఆయన అభివ్యక్తిలోని అద్వితీయమైన సారశక్యం, వక్రవ్యం లోని స్పష్టత, విజ్ఞానశాస్త్ర విద్యార్థిని, సాధారణ పాఠకుని సమంగానే ఆలరించగలవు. ప్రపంచంలోని వర్తమాన, వర్ధమాన వైజ్ఞానిక జనసాహిత్య కృషికి రామన్ నమర్పించిన ఈ వ్యాఖ్యలు ప్రతిభావంతమైనవి, శాశ్వతమైనవి.

Check List

Book Number	NP207F385	Date	13/06/23
Front Cover	yes	Back Cover	yes
Blank Pages	21418113		
Missing Pages	110		
Prepared By	Heme	Cutting By	Heme
Scanned By	Swathi	Pages	117
Quality Checking	Ramya		